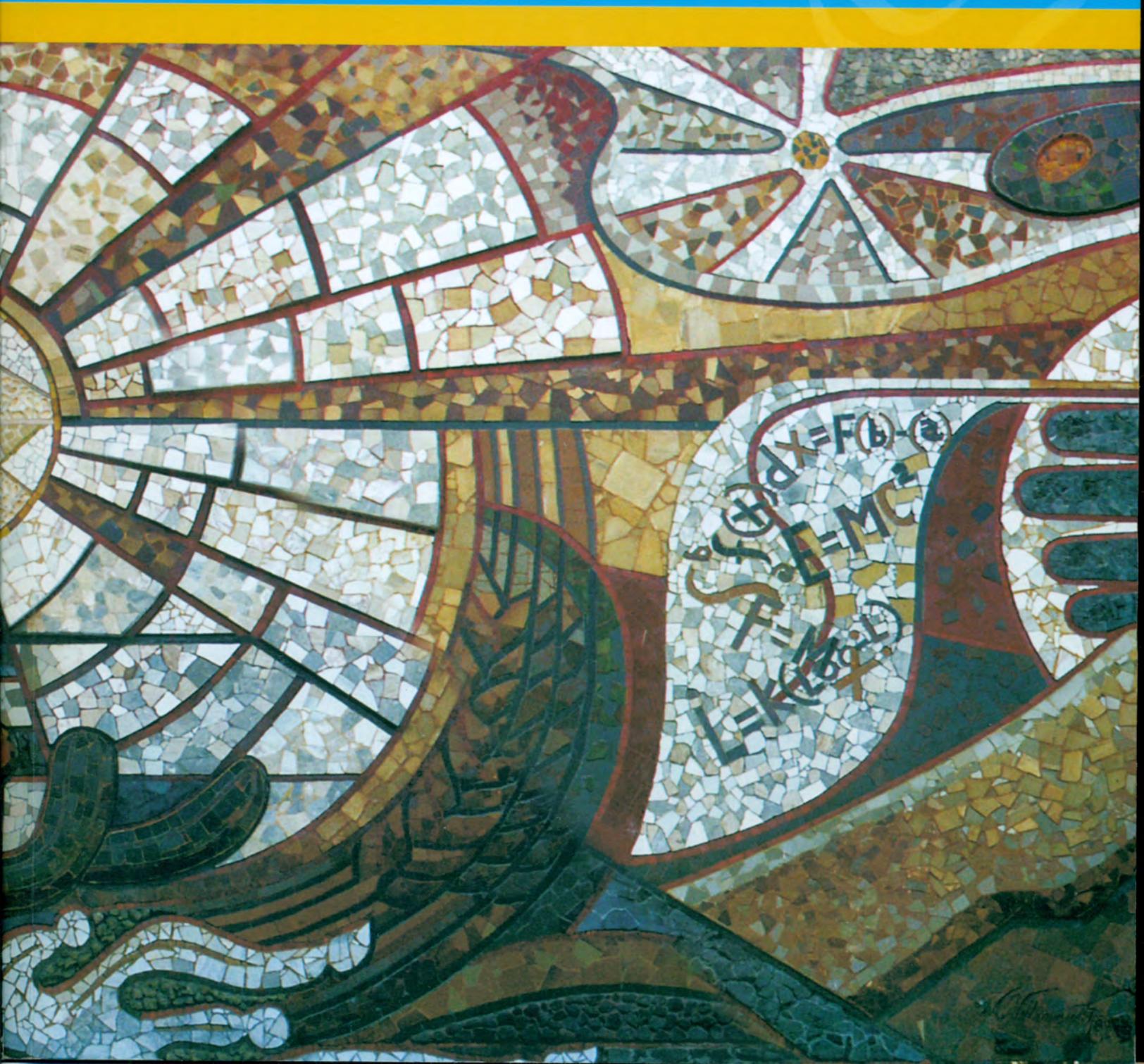




“La Investigación Científica, Tecnológica y Social en la UAS”



“La Investigación
Científica, Tecnológica
y Social en la UAS”

“La Investigación Científica, Tecnológica y Social en la UAS”



Universidad Autónoma de Sinaloa
Coordinación General de Investigación y Posgrado

“La Investigación Científica,
Tecnológica y Social en la UAS”

Coordinación General: Víctor Antonio Corrales Burgueño
Jorge Milán Carrillo
Coordinación Editorial: Luis Miguel Flores Campaña
Corrección de textos: Ricardo Baldor
Beatriz Eugenia Rodríguez Pérez
Luis Escobar Juan
Diseño y formación: Luis Miguel Flores Campaña
Blanca López Ceballos
Fernando Monge Castro
Portada: Alfonso Villanueva Manzo
Mural de mosaico de la Biblioteca Central Culiacán

1^a edición UAS, diciembre 2008

D.R. © UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA

Editorial
Burócratas 274-3
Col. Burócrata
80030, Culiacán Rosales, Sinaloa
Telfax: 715-59-92

ISBN: 978-970-660-236-7

Edición con fines académicos, no lucrativa
Impreso y hecho en México

Contenido

PRÓLOGO	13
I. FÍSICO MATEMÁTICAS Y CIENCIAS DE LA TIERRA	
Determinación de deformaciones horizontales y verticales en presas del estado de Sinaloa utilizando redes geodésicas GPS	17
Solución del geoide a partir de observaciones de la misión satelital geodésica CHAMP	23
Determinación astronómica del Trópico de Cáncer en puntos importantes del estado de Sinaloa	29
Establecimiento de una red geodésica empleando GPS (Sistema Global de Posicionamiento), combinada con la obtención de alturas ortométricas para la validación del geoide	35
Análisis multicriterio para la selección de páginas Web relevantes en un spider enfocado	41
Evaluación de técnicas de compresión de electrocardiogramas a través de su segmentación mediante modelos ocultos de Markov	47
II. BIOLOGÍA Y QUÍMICA	
Composición, abundancia y variabilidad de la comunidad zooplanctónica de los embalses Adolfo López Mateos “El Varejonal”, José López Portillo “El Comedero” y Aurelio Benassini Vizcaino “El Salto”, Sinaloa, México	55
Manejo integral de agroplásticos en el estado de Sinaloa	61
Estudio taxonómico y definición del ciclo biológico de <i>gnathostoma</i> en Sinaloa, México	67
Crustáceos decápodos de la isla San Ignacio en la bahía de Navachiste, Sinaloa	73
Variación espacial de los moluscos de la zona estuarino-lagunar y marina de la isla de San Ignacio, Sinaloa	77
Biomonitoreo ambiental por metales pesados en siete lagunas costeras de sinaloa: <i>Crassostrea corteziensis</i>	81
Contaminación por plaguicidas, en el centro-norte de sinaloa y sus efectos tóxicos en trabajadores agrícolas y población cercana a los campos de cultivo (posibles consecuencias en la salud)	87
Variación en la germinación entre plantas de una población de chile silvestre del estado de Sinaloa	93
Contenido de cadmio, cobre, plomo y zinc en el tejido comestible del camarón café (<i>Farfatepenaues californiensis</i>) de las costas de Sonora y Sinaloa	97
Evaluación de las cantidades de metales pesados en el camarón <i>Litopenaeus stylirostris</i> capturado por la flota camaronera del golfo de California	103
Patrones fenológicos foliares de 10 especies arbóreas del mineral de Nuestra Señora Cosalá	109
Aspectos biológicos de la pesca ribereña de escama y tiburón en Teacapán, Sinaloa, México	115

Composición, distribución y abundancia de macroalgas en el sistema lagunar Altata-Ensenada del Pabellón, Sinaloa, México	119
Calidad ambiental de la bahía de Altata-estero Tetuán Viejo-Oporito: variables físicoquímicas, nutrientes y estado trófico	123
Moluscos bivalvos de la bahía de Altata y estero Tetuán, Sinaloa.....	131
Análisis del crecimiento urbano de la ciudad de Culiacán, Sinaloa en el periodo de 1991 a 2005.....	135
Supervivencia de plántulas de <i>Echinocereus sciurus</i> (k.brandegei) dams subesp. <i>Floresii</i> (schwarz ex backeb.) N.p.taylor, en micro-sitios del desierto costero de Sinaloa	141
Parásitos en anátidos residentes y migratorios del estado de Sinaloa.....	145
Flora de Sinaloa.....	149
III. MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD	
Monitoreo de la expresión de Fas/FasL en pacientes con leucemia aguda	155
Caracterización de la actividad antiparasitaria del extracto metanólico de guamúchil (<i>Pithecellobium dulce</i>) contra <i>Giardia lamblia</i>	159
Diagnóstico y diferenciación <i>Ehrlichia spp.</i> (erlichiosis) y <i>Borrelia burgdorferi</i> (enfermedad de lyme), mediante elisa en perros	165
Seguimiento en el tratamiento combinado farmacológico y psicoterapéutico en pacientes alcohólicos.....	171
Estudio de la apoptosis en el protozoo parásito <i>Giardia lamblia</i>	177
Valoración de genotoxicidad con determinación de micronúcleos por intoxicación crónica de plaguicidas en jornaleros agrícolas del valle de Culiacán	181
Identificación de antígenos en el extracto proteínico de <i>gnathostoma</i> , aislado de hospederos naturales de Sinaloa	187
Patógenos de origen bacteriano y viral causantes de diarrea severa en niños menores de cinco años en la ciudad de Culiacán, Sinaloa	193
IV. HUMANIDADES Y CIENCIAS DE LA CONDUCTA	
Cómo perciben los profesores a estudiantes que consumen drogas, en las escuelas secundarias de Los Mochis.....	201
La Operación “Cóndor” en la memoria colectiva de los sinaloenses.....	207
Asociación de falsas memorias al efecto de generación en niños y adultos	211
V. CIENCIAS SOCIALES	
Empresarios y empresas agrícolas en el valle de Culiacán: 1940-1970	219
Naturaleza, gestión, relaciones y vínculos del sistema de ciencia y tecnología en Sinaloa.....	231
Indicadores básicos para el análisis de un sistema de innovación en Sinaloa.....	235
La percepción de los riesgos socio ambientales en los habitantes de Mazatlán, Sinaloa.....	241
Subjetividad y migración: redes sociales y bienestar en indígenas migrantes a Villa Juárez, Navolato, Sinaloa.....	247

Empresa y agricultura de exportación en el noroeste de México. Historia económica y tendencias actuales	251
La toma de decisiones en las PyMES sinaloenses del sector industrial	255
La formación de profesores desde el posgrado en educación	261
Congreso y elites legislativas del estado de Sinaloa	265
Redes de conocimiento en el noroeste de México	271
Educación universitaria, valores y virtud cívica: el caso de la licenciatura en comercio internacional.....	277
Jerarquización de valores en el trabajo relacionado con las variables sociodemográficas: el caso de la industria alimentaria de Sinaloa, México	283
La problemática de los trabajadores agrícolas México-Estados Unidos.....	289
El suicidio en Sinaloa 2000-2005.....	295
Empresas productoras y exportadoras de mango del sur de Sinaloa, 1970-2005	301
El impacto de las reformas estructurales sobre el mercado laboral y los ingresos de los hogares en México: el caso de Sinaloa.....	309
 VI. BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS	
Influencia de ractopamina y método de procesamiento del maíz en la respuesta productiva de bovinos en finalización	319
Influencia de metionina de cromo en la respuesta productiva y características de la canal de toretes en finalización	323
Influencia de ractopamina y método de procesamiento del maíz en las características de la canal de bovinos	329
Influencia del método de procesamiento del maíz blanco en la degradación ruminal de materia seca en bovinos.....	333
Diagnóstico de resistencia de la garrapata <i>Boophilus microplus</i> a acaricidas en Culiacán, Sinaloa	339
Detección de fitoplasmas en <i>Bactericera cockerelli</i> asociados a cultivos hortícolas en Sinaloa	343
Malezas presentes en hortalizas y residualidad de herbicidas aplicados en tomate y chile, en Culiacán, Sinaloa, México	349
Propiedades fisicoquímicas y nutricionales de harina de garbanzo fermentado (tempe)	353
Optimización evolutiva multiobjetivo para decidir sobre el apoyo de proyectos de importancia social	361
Caracterización nutricional de árboles forrajeros para la alimentación de rumiantes: identificación, preferencia en el consumo y densidad poblacional (avances).....	367
Adaptación de las tecnologías de nixtamalización y extrusión para la producción de harinas instantáneas de amaranto.....	373
Fitominería para extracción de oro.....	379
Identificación de proteínas asociadas con el contenido de lisina en el endospermo de maíz	385

Identificación de proteínas que afectan la acumulación de aminoácidos libres en el endospermo de maíz.....	391
Mapeo de loci asociados con la calidad proteínica del endospermo de maíz.....	397
Composición bioquímica de <i>Chaetoceros muelleri</i> en cinco niveles progresivos del medio f y cuatro densidades de inóculo.....	403
Optimización del proceso de extrusión para la obtención de harinas extrudidas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L).....	409
Efecto del almacenamiento sobre propiedades tecnológicas y nutricionales de una nueva variedad de garbanzo (<i>Cicer arietinum</i> L).....	415
Evaluación de diferentes flujos de alimentación sobre las tasas de filtración y clarificación de <i>Anadara tuberculosa</i>	421
Antagonismo in vitro de los microorganismos del suelo de la rizosfera de tomate contra <i>Fusarium oxysporum</i> f sp <i>lycopersici</i>	425
Sustratos orgánicos para la producción masiva de <i>Trichoderma</i> sp. (h264).....	429
Estructura genética y morfológica de poblaciones silvestres de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> var. Cerasiforme) de México.....	433
Obtención de una botana por medio de proceso secuencial como alternativa de comercialización de camarón (<i>Penaeus vanamei</i>).....	439
Efecto de la concentración de la microalga <i>Phaeodactylum tricorutum</i> sobre el desarrollo, supervivencia y crecimiento de las larvas zoea de camarón blanco <i>Litopenaeus vannamei</i>	445
Determinación de la variación genética del hongo <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> empleado en el control biológico de plagas.....	451
Propiedades tecnológicas y nutricionales de harina y tortillas de maíz (<i>Zea mays</i> L) mejorados con el gen de la amarantina.....	455
Características fisicoquímicas y microbiológicas de la carne de codorniz japonesa empacada al vacío a diferentes tiempos de almacenamiento.....	463
Efecto de agentes beta agonistas en la respuesta productiva, características de la canal y calidad de la carne de ovinos.....	469
Balance energético del rotífero <i>Brachionus rotundiformis</i> alimentado con cuatro especies de microalgas.....	475
Efecto de la adición de cromo a la dieta en el desempeño reproductivo de las cerdas servidas durante el verano.....	481
 VI. INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA	
Recubrimientos híbridos orgánicos inorgánicos de óxido de silicio-polimetilmetacrilato con nanopartículas de óxido de zirconio mediante el proceso sol-gel.....	489
Evaluación del concreto reforzado con fibras de plástico de desecho.....	495
Estudio numérico para la longitud de anclaje en materiales compuestos utilizados en la reparación de vigas de concreto reforzado.....	501
Análisis e implementación de las variables tecnológicas más factibles para la cartografía de la ciudad de Los Mochis.....	507

Desarrollo de software en ambiente Web para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas	513
Modelo de evaluación urbana Culiacán en el marco de la sustentabilidad para el desarrollo.....	519
Relación entre las respuestas producidas por las tres componentes de terremotos en edificios de acero.....	525
Análisis sísmico multi-componente y las reglas de combinación	531
Desarrollo del sistema SEAL para el aprendizaje en línea, basado en la producción y administración de objetos de aprendizaje con normas SCORM	537
Incursión a la modalidad mixta mediante el uso de un sistema en línea apoyado con recursos didácticos para el aprendizaje	541

Prólogo

*No todo lo que se puede contar cuenta,
ni todo lo que cuenta se puede contar.*

Albert Einstein

La advertencia formulada por alguien que realmente entendía de números, invita a dimensionar el valor que tiene esta obra, desde aspectos que se encuentran más allá de lo que representa en las cifras de la producción editorial de la universidad. Aspectos que al final del día cuentan y que se ubican en la vertiente de los esfuerzos que se realizan en esta institución para promover el vínculo y el mejoramiento de la percepción social de la investigación universitaria y con ello la revaloración de la importancia que tienen los frutos de la investigación en el concierto de la vida académica de la universidad.

Con la mirada puesta en las cosas que cuentan y que delinean las perspectivas de desarrollo que hoy tiene la investigación en la institución, es motivo de especial satisfacción poner en sus manos este libro porque los resultados de investigación que se presentan a lo largo de sus páginas no sólo revelan una extensa y profunda experiencia de investigación sino que, sin duda alguna, cubren dos vertientes de gran valía para el desarrollo regional: propiciar la incorporación de nuevos conocimientos a las actividades productivas y orientar a jóvenes investigadores en el uso de las metodologías utilizadas para generarlos.

Por tal motivo, esta publicación cuenta, y cuenta mucho, en la tarea de promover la asociación de esfuerzos que permitan alcanzar metas institucionales en el ámbito de la investigación y el posgrado, pues la investigación científica y la formación especializada de alto nivel son actividades que se asocian y retroalimentan de forma natural y permanente; en consecuencia, sus niveles de calidad y competitividad dependen de la capacidad que desarrolle la universidad para integrar redes y grupos de profesores e investigadores que conduzcan la gestión y vinculación de la investigación y el posgrado, a nivel institucional e interinstitucional.

Esto implica la utilización de mecanismos más eficaces para establecer y asegurar las relaciones entre la universidad y su entorno; encontrar nuevas formas para articular sus funciones con el desarrollo regional-nacional a través de asociaciones más sólidas, con el potencial suficiente para crear espacios donde la universidad tenga la posibilidad de generar alternativas para impulsar el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Es fundamental también, relacionar el espacio común de la educación universitaria, con el espacio de generación de conocimiento no sólo entre sí, sino también con todas aquellas estructuras que en paralelo van creciendo alrededor con intenciones diversas, pero todas ellas diseñadas con el fin

de potenciar la innovación y la competitividad de los sistemas productivos y de la innovación de la región.

Por tanto, la gestión académica y administrativa de la investigación y el posgrado en la universidad apunta hacia un gran objetivo, lograr que sean espacios naturales desde donde se construyan puentes para promover y facilitar la interacción entre las funciones universitarias y el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y el Sistema Productivo y laboral.

Entendemos que la universidad debe generar conocimientos y formar recursos humanos especializados de calidad que alcancen un alto desempeño, que debemos ampliar la capacidad institucional por medio de la formación de académicos especializados en áreas estratégicas y reformular las relaciones de la universidad con los sectores productivos, las instancias de fomento y otras instituciones educativas, en busca de asociaciones que generen alternativas para impulsar el desarrollo.

En ese sentido, este libro se propone abrir cauces para la incorporación de conocimientos que contribuyan al mejoramiento de la calidad de los procesos sociales y productivos de la región. Por eso resulta sumamente grato para la universidad poner a su disposición un instrumento que contiene valiosos aportes a la vinculación y el desarrollo de la investigación, resultados que se generaron en el marco del Primer Encuentro “La Investigación Científica, Tecnológica y Social en la UAS” derivados de la convocatoria 2006 del Programa de Fomento y Apoyo a Proyectos de Investigación, conocido por sus siglas PROFAPI.

Esta institución nos enseñó a crecer, y ahora somos grandes, somos UAS.

Héctor Melesio Cuén Ojeda
Rector

I. Físico Matemáticas y Ciencias de la Tierra

DETERMINACIÓN DE DEFORMACIONES HORIZONTALES Y VERTICALES EN PRESAS DEL ESTADO DE SINALOA UTILIZANDO REDES GEODÉSICAS GPS

Rigoberto Balderrama Corral, Guadalupe Esteban Vázquez Becerra*,
Ramón Victorino García López, Manuel Trejo Soto
Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Sinaloa.
vazquez.41@osu.edu*

INTRODUCCIÓN

Las obras hidráulicas, en términos generales, son aquellas que se construyen con el propósito de aprovechar y dar solución a una serie de problemas relacionados con el agua; entre éstas podemos nombrar las siguientes: de almacenamiento, hidroeléctricas, de irrigación, de abastecimiento de agua potable, de drenaje, obras protectoras de los márgenes de los ríos y zonas costeras, etc. [4]. Nos sirven para el aprovechamiento del agua de los ríos, el suministro de agua a ciudades, a empresas industriales, el riego de los campos de cultivo, la evacuación de las aguas negras y residuales de las ciudades y empresas industriales, el control de inundaciones, etc. Debido a la complejidad de este tipo de obras, es necesario prestarle una especial atención a la determinación y estudio de las deformaciones horizontales y verticales, que nos ayudarían a prevenir catástrofes como las que han sucedido en varias partes del mundo. En México se llevan a cabo este tipo de trabajos de una manera deficiente por parte de las dependencias oficiales correspondientes.

La Universidad Autónoma de Sinaloa a través de la Escuela de Ciencia de la Tierra, ha establecido una línea prioritaria de investigación en el área de Geodesia Aplicada, la cual tiene como tarea fundamental realizar el monitoreo de la estabilidad de las obras Ingenieriles durante su edificación y puesta en explotación, estableciendo para ello metodologías de trabajo y la elección más apropiada del instrumental para cada proyecto específico. Para la realización de este proyecto se tomó como piloto la presa Salvador Alvarado (*Sanalona*), ubicada a 32 kilómetros al oriente de Culiacán [2], sobre el cauce del

río Tamazula, con el objetivo de determinar los desplazamientos de los puntos deformantes de la cortina de la presa, lo cual nos permitirá obtener su comportamiento en los planos horizontal y vertical.

MATERIALES Y MÉTODOS

La cortina de la presa Sanalona tiene instalada una instrumentación consistente en 84 testigos superficiales, 72 distribuidos en la corona y taludes de la cortina y 12 en la corona del dique El Tlacuache, dos monumentos de centraje forzoso, dos miras de referencia, que definen las líneas de colimación para la determinación de las deformaciones horizontales y cuatro bancos de nivel que son la base de las deformaciones verticales. La instrumentación para determinar las deformaciones de la cortina de la presa Sanalona, fue construida de una manera deficiente e inadecuada, ya que los monumentos de centraje forzoso, las miras de referencia y los bancos de nivel que, como se dijo anteriormente, son los puntos base para determinar las deformaciones horizontales y verticales, se encuentran dentro del área de influencia; son susceptibles a deformaciones y además no son controlados por otros puntos de las mismas características que se encuentren más alejados fuera de dicha influencia. Debido a estas condiciones fue necesaria la creación de una base geodésica de apoyo para tener un mejor control de la cortina de la presa, mediante el monitoreo de puntos o vértices geodésicos colocadas sobre ella. Los puntos seleccionados que forman parte de la base geodésica mencionada se establecieron previa visita de campo en lugares que se consideran geológicamente

estables y fuera de la influencia de las deformaciones de la cortina de la presa Sanalona. Así mismo con el objetivo de poder tener una mejor representación gráfica del área de trabajo se procedió a la realización del levantamiento de la cortina de la presa. Con la ayuda de este levantamiento se puede apreciar con claridad la ubicación de los puntos que conforman la base geodésica de apoyo (puntos de control) así como también los puntos localizados sobre la cortina de la presa (puntos por monitorear y controlar) como se ilustra en la Figura 1.

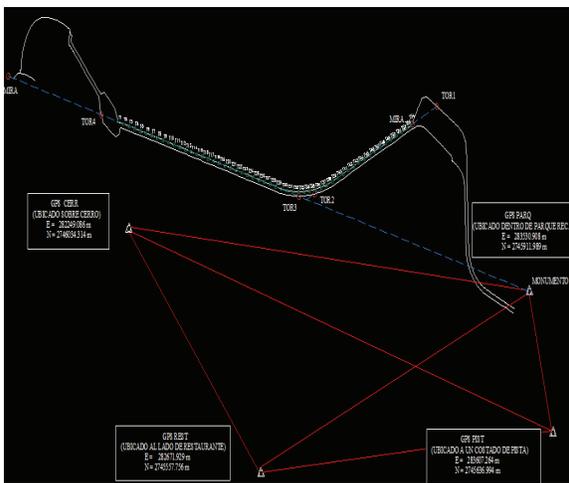


Figura 1. Levantamiento de la cortina de la Presa Sanalona.

El desarrollo de este proyecto se divide en tres etapas fundamentales, como son:

- (1) El reconocimiento del terreno.
- (2) La construcción y monumentación de la base de apoyo.
- (3) El empleo de mediciones mediante GPS.

Este proceso se llevó a cabo satisfactoriamente durante el transcurso del año 2006 donde pudieron realizarse con éxito las tres etapas del proceso antes mencionado y el cual se plasma a continuación en las siguientes secciones de este documento.

(1) Reconocimiento del terreno. Como primer paso se procedió a la realización de un

recorrido a los alrededores de la presa para ubicar los lugares que sirvieran para la monumentación de lo que sería la base geodésica de apoyo como se ilustra en la Figura 2, para posteriormente analizar y escoger aquellos lugares óptimos donde se colocaría la base geodésica de apoyo.

(2) Construcción y monumentación de la base geodésica de apoyo. Después de haber identificado los lugares potenciales, los cuales deben ser geológicamente estables y con visibilidad óptima (libres de vegetación extensa o abundante) y con el objetivo de no tener elementos reflectantes que puedan incrementar el efecto de multirruta u obstruir la señal de los satélites GPS, se procedió a construir lo que sería la base geodésica de apoyo libre de la posible influencia del movimiento de la cortina de la presa como se ilustra en la Figura 3.



Figura 2. Reconocimiento del terreno.



Figura 3. Construcción de la base geodésica de apoyo (estación CERR).



Figura 4. Estación de la base geodésica de apoyo GPS Cerro (CERR).

La construcción y monumentación de la base geodésica de apoyo se realizaron de la siguiente manera: se hizo una excavación aproximadamente de entre 50 a 70 cm., para la colocación de un armex con su base armada con varilla de 3/8”, enseguida se aplicó una capa de concreto de entre 15 a 20 cm., se colocó un tubo de pvc de 8” al cual también se rellenó con concreto y al final se empotro una placa de centrado forzoso que sirve para colocar la base nivelante en la cual se ubicará la antena del receptor GPS al realizar las mediciones, como se muestra en la Figura 3.

Una vez construida y monumentada la base geodésica de apoyo se usará para el control de la cortina de la presa, mediante el monitoreo de puntos o vértices geodésicos (testigos deformantes) colocados sobre la misma cortina incluyendo aquellos puntos que se utilizaron para realizar los alineamientos de los testigos deformantes correspondientes; además de servir para realizar el levantamiento de la zona o área de trabajo, específicamente la cortina de la presa. Con respecto a la construcción de la base geodésica de apoyo con GPS, se establecieron cuatro puntos, con los siguientes nombres: (cerro, CERR; pista, PIST; parque, PARQ y restaurante, REST). La Figura 4 muestra la ubicación de uno de los cuatro puntos de la base geodésica de apoyo.

(3) El empleo de mediciones mediante sistemas GPS. Las mediciones para la determinación de las coordenadas de la base geodésica de apoyo se realizaron en un periodo de 5-6 horas en intervalos de 15 segundos y con ángulo de elevación de 10°. Se hizo un diagnóstico directamente de los archivos GPS obtenidos como resultados de las mediciones, utilizando el software de uso público denominado TEQC (Test of Quality Check). El número total de mediciones GPS (ejemplo: L1, L2, P1, P2) realizadas para el año 2006 con respecto al número de mediciones esperadas para cada punto de la base geodésica es mostrado en la Tabla 1. Las mediciones para el levantamiento de la cortina de la presa se realizaron en un transcurso de 3 horas (apoyados en los puntos CERR y REST que conforman la base geodésica de apoyo), en intervalos de 1 segundo y con ángulo de elevación de 10°. La Tabla 2 ilustra la fecha y tiempos de medición (para el año 2006) utilizados en el levantamiento de la cortina de la presa mediante un diagnóstico directamente de los archivos GPS obtenidos como resultados de las mediciones.

Tabla 1. Tiempos de medición para la base geodésica de apoyo.

Punto	Tiempo de inicio de las meds.	Tiempo final de las meds.	No de meds. GPS esper.	No de meds. GPS realiz.
CERR	Oct 28 14:43:40	Oct 28 20:25:20	8234	8024
PIST	Oct 28 15:23:20	Oct 28 19:57:45	8617	8496
PARQ	Oct 28 15:38:15	Oct 28 20:05:00	8373	8329
REST	Oct 28 15:05:40	Oct 28 20:39:00	7999	7974

Tabla 2. Tiempos de medición para el levantamiento de la cortina de la presa.

Punto	Tiempo de inicio de las meds.	Tiempo final de las meds.	No de meds. GPS esper.	No de meds. GPS realiz.
CERR	Nov 18 15:37:40	Nov 18 18:19:05	74817	73651
REST	Nov 18 15:24:40	Nov 18 18:11:17	77559	76637
LEV. CIN.	Nov 18 15:52:04	Nov 18 18:11:06	64332	62878

Los datos GPS para los puntos de la base geodésica de apoyo se procesaron con respecto a la estación fija de la Red Activa del INEGI (CULI: Culiacán) [3]. Dentro de las especificaciones para el procesamiento de los datos se consideró un intervalo de medición a cada 15 segundos, ángulo de elevación: 10 grados, efemérides (de los archivos de navegación) y ambigüedades fijas. Los datos correspondientes al levantamiento de la cortina se procesaron con respecto a 2 puntos de la base geodésica de apoyo (CERR y REST) construida con anterioridad. Dentro de las especificaciones para el procesamiento de los datos se considero un intervalo de medición a cada segundo, ángulo de elevación: 10 grados, efemérides (de los archivos de navegación) y ambigüedades fijas. Para ambos casos (procesamiento de datos GPS para la base geodésica de apoyo y para el levantamiento de la cortina de la presa) se usó el software de Trimble Geomatics Office, el cual utiliza la combinación de diferencias dobles lineal libre de ionósfera dada por [1]:

$$\Phi_{ij,L_{m,n}}^{kl} = \rho_{ij}^{kl} + T_{ij}^{kl} + \alpha_{L_1} \lambda_{L_1} N_{L_1} + \alpha_{L_2} \lambda_{L_2} N_{L_2} + \alpha_{L_1} \varepsilon_{ij,L_1}^{kl} + \alpha_{L_2} \varepsilon_{ij,L_2}^{kl} \quad (1)$$

Donde $i j$: se refiere a los receptores GPS, kl : se refiere a los satélites GPS, ρ_{ij}^{kl} : es la distancia geométrica entre los satélites y los receptores GPS respectivamente, $L_{m,n}$: se refiere a la frecuencia, (m - para la L_1 y n -para L_2 respectivamente), T_{ij}^{kl} : es el efecto de la troposfera, $\lambda_{L_1} \approx 19 \text{ cm}$ y $\lambda_{L_2} \approx 24 \text{ cm}$: son las longitudes de onda para las fases L_1 y L_2 , N_{L_1} y N_{L_2} : son las ambigüedades asociadas con las fases L_1 y L_2 , $\varepsilon_{ij,L_1}^{kl}$ y $\varepsilon_{ij,L_2}^{kl}$: es el efecto del ruido para las fases L_1 y L_2 .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 5 muestra la disponibilidad de los satélites (fases combinadas, L_1 y L_2 , para uno de los puntos de la base de apoyo (ejemplo: CERR) en donde se muestra la constelación de satélites observados. Como puede verse en la Figura 5 el satélite con mayor disponibilidad fue el SAT 8. De todos los satélites observados (de un total de 14-17) el de mayor duración fue el SAT 28 lo que es fácil de concluir ya que las distancias entre los puntos de la base de apoyo no sobrepasan 1 Km de distancia.

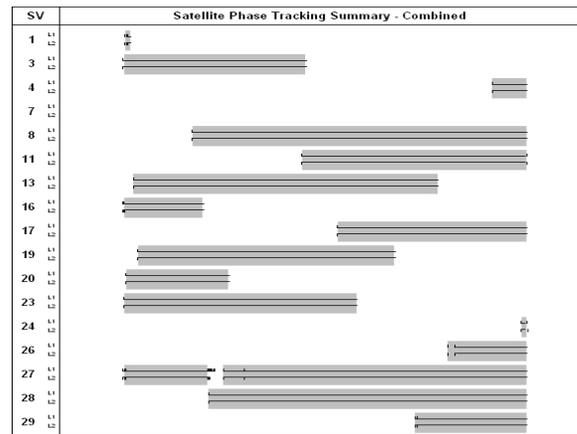


Figura 5. Disponibilidad de satélites para la base de apoyo (punto CERR).

En la Figura 6 se muestra como ejemplo los residuales resultados de un ajuste por mínimos cuadrados del satélite con mayor disponibilidad para el punto CERR de la base de apoyo. En esta figura claramente se observan los límites en los cuales están contenidos los residuales (± 4 cm). Además en la parte superior de cada una de éstas gráficas se presentan algunas estadísticas importantes como lo son la media aritmética, la desviación estándar y los valores máximos y mínimos para los residuales.

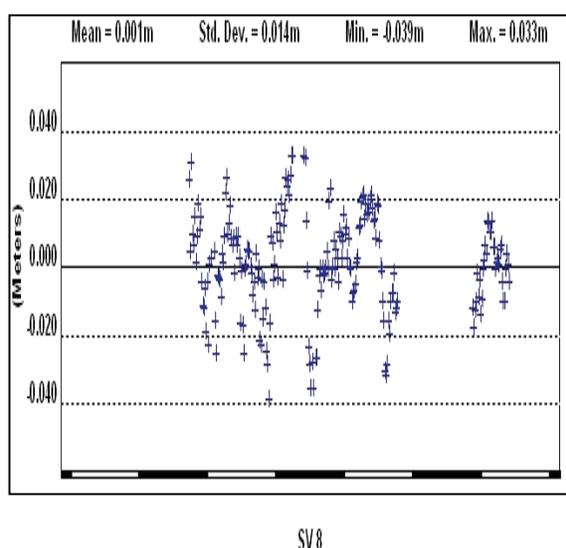


Figura 6. Residuales para la base de apoyo (punto CERR).

La media aritmética para cada uno de los puntos de la base geodésica (CERR, REST, PIST, PARQ.) está contenida en los límites de ± 8 mm. Esto puede significar que los residuales siguen un comportamiento de acuerdo a la ley normal de distribución donde la media de la población es cercana igual a cero. En términos de precisión la desviación estándar refleja límites dentro de 5 a 16 mm para cada uno de los puntos que conforman la base geodésica de apoyo.

La Tabla 3 presenta las magnitudes de los vectores con su respectivo error medio cuadrático (e.m.c.) al momento de procesar la base geodésica de apoyo (CERR, PARQ, PIST y REST) con respecto al punto de la Red Activa GPS de INEGI que es el punto CULI (Culiacán).

Tabla 3. Vectores y su error medio cuadrático (e.m.c.) para la base geodésica de apoyo.

De	A	Distancia (m.)	E.M.C (cm.)
CULI	CERR	23278.147	1.4
CULI	PARQ	24551.845	1.2
CULI	PIST	24616.619	1.1
CULI	REST	23679.083	1.1

Una vez procesados los vectores para cada uno de los puntos que conforman la base geodésica de apoyo, se obtuvieron las coordenadas de estos (CERR, PARQ, PIST y REST) con respecto a CULI las cuales se muestran en la Tabla 4. Estas coordenadas servirían de base para el resto de los trabajos realizados en la misma presa como fueron el levantamiento propio del área y el estudio de posibles deformaciones horizontales y verticales de los testigos deformantes ubicados sobre la cortina de la presa.

Tabla 4. Coordenadas UTM para la base geodésica de apoyo.

Punto	X (m.)	Y (m.)	Z (m.)
CERR	2746034.314	282249.087	137.582
PARQ	2745911.989	283530.908	155.564
PIST	2745636.994	283607.264	155.553
REST	2745557.756	282671.929	107.845

Tabla 5. Desviación estándar de las coordenadas UTM para la base geodésica de apoyo.

Punto	σ_x (m.)	σ_y (m.)	σ_z (m.)
CERR	0.001	0.003	0.002
PARQ	0.001	0.003	0.002
PIST	0.001	0.004	0.002
REST	0.001	0.003	0.001

CONCLUSIONES

La construcción de una base geodésica (GPS) es indispensable para el monitoreo de la cortina de la presa, no sólo para la presa Sanalona sino para cualquier presa del estado y del país. A través de este experimento se puede demostrar la importancia de tener el control horizontal mediante mediciones GPS

de la cortina de la presa, en nuestro caso la presa Sanalona mediante la implementación de una base geodésica de apoyo confiable. Se logró obtener un plano de la cortina de la presa mediante el levantamiento GPS en su modo cinemático el cual se encuentra georeferenciado en un sistema de coordenadas único a nivel mundial (WGS84). La precisión alcanzada para el establecimiento de la base de apoyo se encuentra dentro del rango requerido de acuerdo a la estimación de las coordenadas obtenidas de los ciclos de mediciones realizados la cual fue $\leq 4\text{mm}$ esto nos permite concluir que los resultados son confiables. Ahora contamos con un banco de datos de los diferentes ciclos de mediciones que se realizaron, y se siguen realizando, a la cortina generando información para poder llevar acabo el control de la presa.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Autónoma de Sinaloa y a la CGIP, por fomentar y promover la investigación, haciendo posible la realización de este proyecto mediante el apoyo financiero de la convocatoria 2006 del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación.

LITERATURA CITADA

Hofmann-Wellenhof; B, H. Lichtenegger, and J. Collis (1997), Global positioning System, Theory and Practice, Springer-Verlag, Wien.
<http://www.culiacán.gob.mx/ayuntamiento>
<http://www.inegi.gob.mx>
Presas de México, vol. II CNA 1982-1994.

SOLUCIÓN DEL GEOIDE A PARTIR DE OBSERVACIONES DE LA MISIÓN SATELITAL GEODÉSICA CHAMP

Ramón V. García-López*, Carlos R. Moraila-Valenzuela, Rigoberto Balderrama-Corral,
Manuel López-Moreno, Aníbal I. Arana-Medina
Escuela Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Sinaloa, tel/fax: (667) 716-1149.
*rgarcia@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

La forma usual y clásica de establecer un sistema de alturas consiste en realizar trabajos de nivelación precisa combinadas con mediciones de gravedad terrestres y/o aéreas. Los métodos que se basan en este tipo de observaciones resultan ser costosos y laboriosos. Por otro lado, se tiene que en algunos países como México, las mediciones de nivelación y gravimétricas no han podido proporcionar suficiente cobertura global ni uniforme. Una alternativa a estos métodos son los satelitales, los cuales, a pesar de proporcionar baja resolución, tienen el potencial de ser más eficientes y tener la capacidad de producir mejores soluciones globales. Además estos métodos pueden también ser utilizados para determinar las variaciones temporales del campo de gravedad terrestre.

En junio de 2000 se lanzó la misión alemana llamada CHAMP la cual es una misión satelital geodésica y consiste de un satélite volando en una órbita casi polar a una altura de 300-500 km. La misión ha estado produciendo mediciones en forma continua. Los datos generados por la misión pueden ser procesados para la determinación de un geoide tanto local (para una región o área de un país) como global (para todo el mundo). CHAMP cuenta además, de sensores atmosféricos y magnéticos, con tres acelerómetros, que tienen el fin de estimar las fuerzas no gravitacionales, y con un receptor GPS para obtener la posición de la nave en el instante de cada medición.

El movimiento de los satélites artificiales está regido por el campo de gravedad terrestre, de manera que este campo puede

en principio determinarse a partir de las variaciones del movimiento satelital con respecto a una órbita normal o Kepleriana (Seeber, 1993). Mediante la determinación del campo de gravedad se pueden obtener superficies equipotenciales. Una superficie equipotencial importante es el geoide el cual idealmente coincide en los océanos con el nivel medio del mar y se prolonga de una manera natural, y de acuerdo a la distribución de las masas terrestres, debajo de los continentes.

Al abstraer del valor del potencial obtenido el valor del potencial de referencia normal, asociado a un elipsoide terrestre de revolución con masa cercana a la terrestre, se obtiene el potencial de perturbación el cual mediante la ecuación de Bruns (Heiskanen y Moritz, 1967) tiene una relación directa con la altura del geoide respecto al elipsoide de referencia. Es decir, al determinar el geoide con métodos geodésicos se obtiene su altura con respecto al elipsoide de referencia. Con esta información, la determinación de las alturas, con respecto al nivel medio del mar, de los puntos de los levantamientos topográficos y geodésicos se realiza de una manera relativamente sencilla. Esto último es debido a que los métodos modernos de posicionamiento geodésico, los cuales emplean señales satelitales como las del sistema GPS (Global Positioning System), proporcionan directamente las alturas geodésicas de los puntos sobre la superficie terrestre: es decir, su altura con respecto al elipsoide de referencia. De manera que al conocer las alturas del geoide con respecto al elipsoide en dichos puntos, se determinan directamente sus alturas con respecto al geoide (nivel medio del mar).

Los métodos satelitales establecidos consisten en determinar la representación del potencial terrestre mediante coeficientes armónicos esféricos valiéndose de las funciones de Legendre como funciones base, obteniéndose los coeficientes de una expansión en serie de la función por determinar, éstos son los llamados métodos globales. Por su parte los métodos locales consisten en establecer relación directa entre las observaciones a la altura satelital y los valores correspondientes sobre la superficie terrestre. Las relaciones generalmente se dan mediante integrales como Poisson, Stokes y Hotine, ver por ejemplo Heiskanen y Moritz (1967), García (2002), García (2005). En el presente estudio se propone la aplicación de la integral de Poisson, la cual relaciona al potencial gravitacional en diferentes alturas considerando la aproximación esférica del campo de gravedad, ecuación (1), en combinación con la ley de conservación de energía de una órbita.

Un problema importante, relacionado con el empleo de mediciones satelitales para la determinación del campo de gravedad terrestre, es el de la inestabilidad de las soluciones. Debido a la atenuación de la gravedad con la altura, la reducción de las mediciones satelitales geodésicas a la superficie terrestre resulta ser un proceso matemático impropriamente condicionado lo cual significa que los errores de medición serán amplificados por la reducción (Jekeli y García, 2000). Una forma de disminuir este efecto es mediante la aplicación de técnicas de regularización como el método de Tikhonov, el método del gradiente conjugado y la descomposición de los valores singulares. Estos métodos involucran la determinación de un parámetro de regularización (alfa) la cual no es una tarea trivial. Existen algunos métodos para determinación del valor óptimo de alfa como son el método de la curva L y el método de la correlación cruzada (Bouman, 1998).

BASE TEÓRICA

Las misiones satelitales geodésicas de configuración baja-alta, consisten de un satélite con órbita casi polar volando a una altura de 300-500 km y otros de órbita alta con altura de hasta 20 000 km (como los satélites del sistema GPS). Esta es precisamente la configuración de la misión Alemana CHAMP la cual está en operación desde el 2000. Al contar este tipo de misiones con sistemas de medición de posición, velocidad y aceleración del satélite, pueden producir, a la altura de orbita (h), valores del potencial de gravedad terrestre V mediante el empleo de la integral de energía dada en un sistema inercial de coordenadas (Jekeli, 1999).

$$V = \frac{1}{2} |\dot{\mathbf{x}}|^2 - \omega_e (x_1^i \dot{x}_2^i - x_2^i \dot{x}_1^i) - \int \mathbf{F} \cdot \dot{\mathbf{x}} dt - V_s + V_m - V_0 \quad (1)$$

Donde $\mathbf{x}(x, y, z)^T$, $\dot{\mathbf{x}} = (\dot{x}, \dot{y}, \dot{z})^T$ son respectivamente los vectores de posición y velocidad, omega es la velocidad de rotación terrestre, F es el vector de aceleración, y V_s , V_m , V_0 son respectivamente las contribuciones del sol, la luna y un valor constante inicial.

Si se sustraen valores del potencial dado por un campo de referencia normal, se obtiene el potencial de perturbación T (Torge, 2001). El potencial en un punto P a la altura satelital está relacionado al potencial sobre la superficie terrestre mediante la integral de Poisson:

$$T_p = \iint_{\sigma} K_{pQ} T_Q d\sigma_Q \quad (2)$$

Donde:

$d\sigma$ es un elemento de área esférica, K_{pQ} es el núcleo que depende de la posición reciproca entre los puntos P y Q

Si consideramos a las cantidades T_p como observadas sobre una red de puntos suficientemente grande, se puede resolver en principio por los valores de T_Q . Para ello se

requiere discretizar la integral de la misma ecuación y poder obtener un sistema matricial de ecuaciones. Esto es:

$$g = Af \quad (3)$$

donde: g es el vector de las mediciones, A es la matriz de la discretización de la integración y F es el vector de las incógnitas.

APLICACIÓN DEL MÉTODO

En el presente análisis la solución de las incógnitas se realizará primeramente en forma matricial, pero ya que el sistema es relativamente grande se emplean métodos basados en la transformada de Fourier, ver por ejemplo Bouman (1998) llevando las funciones al dominio de las frecuencias. Para el caso matricial se emplean métodos iterativos como el método del gradiente conjugado. Debido a la atenuación del campo de gravedad terrestre con la altura el sistema se vuelve muy inestables requiriéndose de estabilización o

regularización lo cual implica la determinación de un parámetro de regularización (α) (García, 2002). El valor de α puede determinarse por el método de la curva L (Bouman, 1998) que relaciona en escala logarítmica a la solución con el correspondiente residuo, ver figura (3). Una vez determinado el valor óptimo de dicho parámetro se procede a resolución de los valores del potencial en R.

Se procesaron datos de la misión comparando los resultados con el modelo geopotencial EGM96, considerando coeficientes armónicos de orden y grado de hasta 360 lo que corresponde a una resolución espacial de 100 km sobre la superficie terrestre. Una prueba importante fue sobre la estabilidad del sistema de ecuaciones por resolver, la figura (1) muestra los números de condición de las matrices correspondientes a diferentes alturas del satélite mostrando valores extremadamente largos lo que indica que el sistema es muy inestable requiriendo de mañas de estabilización o regularización.

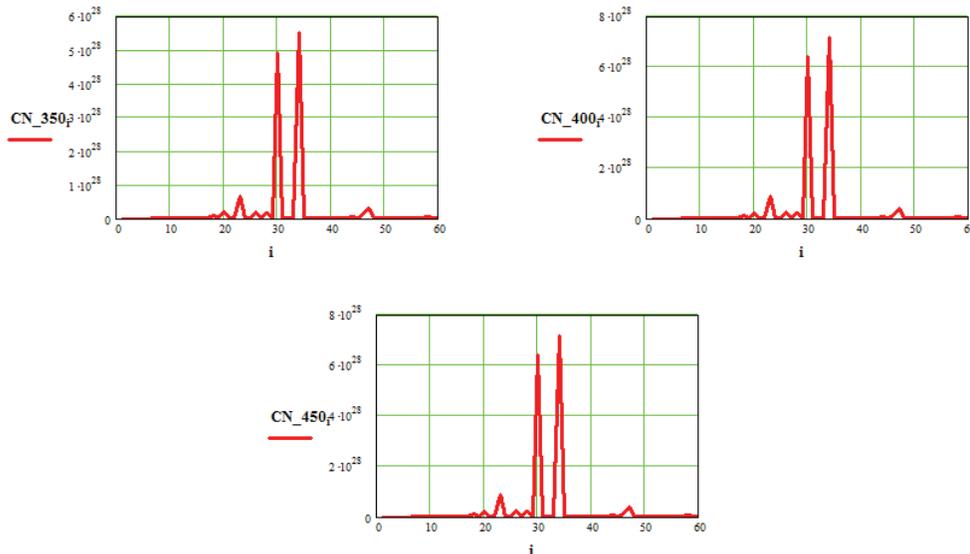


Figura 1. Números de condición de los sistemas matriciales por resolver, considerando alturas satelitales de 350, 400 y 450 km.

Dada la alta inestabilidad del sistema de ecuaciones o de la matriz en la ecuación (3) se procedió a resolver el sistema empleando

técnicas de regularización. La técnica que mejor resultados arrojó fue la de Tikhonov, que consiste en agregar un pequeño valor a la

diagonal del sistema normalizado, combinando con el método de la curva L. La figura (2) muestra los errores de mejor solución de una región geográfica al compararla con el modelo geopotencial EGM96, la media y desviación estándar de la solución fueron de 0.01 y 0.03 cm respectivamente que resulta relativamente mejor que los producidos por

los métodos globales cuyos errores andan arriba de los 5 centímetros para esta resolución. El valor del parámetro de regularización que corresponde a la mejor solución fue de 0.2×10^{26} como muestra la figura 3 que expone la curva L obtenida.

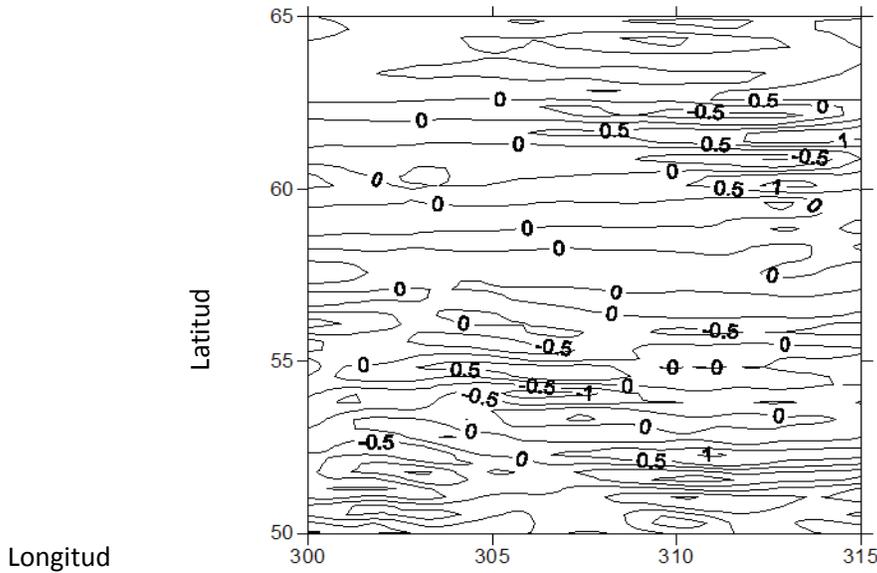


Figura 2. Errores del geoido obtenido empleando datos de la misión CHAMP con regularización Tikhonov.

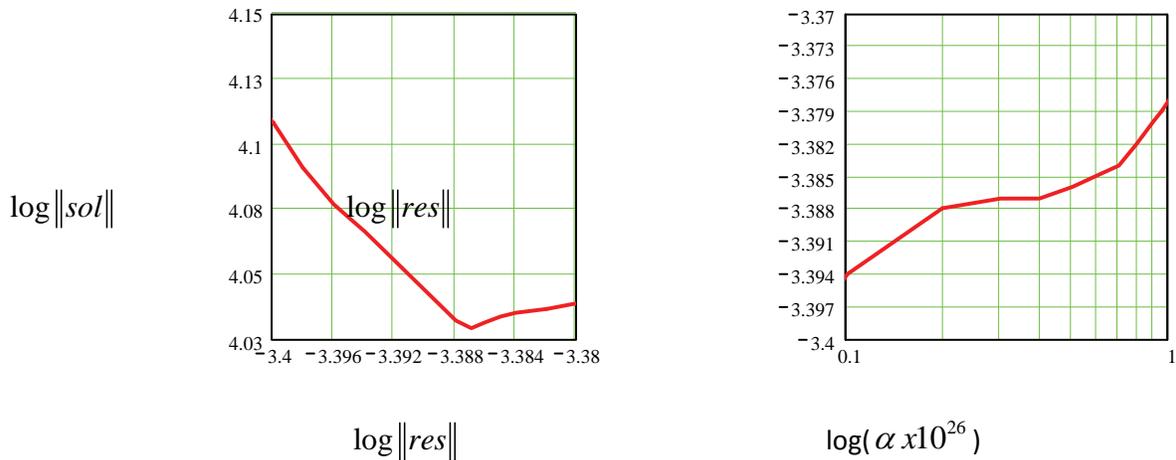


Figura 3. La curva L obtenida para el modelo discretizado del sistema y los correspondientes valores de alfa en escala logarítmica.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio indican que las técnicas de solución del geoide en el dominio espacial empleando mediciones de la misión CHAMP in-situ. producen resultados ligeramente mejores que los producidos por los métodos globales basados en la solución de coeficientes armónicos mediante integración. Además el método estudiado resulta más eficiente principalmente para aplicaciones regionales donde se reduce significativamente el número de incógnitas por resolver. Sin embargo, se requiere trabajar en un mejor refinamiento en la forma de determinar el mejor parámetro de regularización por medio de la curva L (figura 3) debido a que la determinación del punto de mayor curvatura puede establecerse de una forma más precisa.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realizó gracias al apoyo financiero de la Universidad Autónoma de Sinaloa a través de la CGIP, PROFAPI 2006. Los datos empleados fueron proporcionados por el prof. Christoph Reigber del Geo Forschungs Zentrum (GFZ) en Postdam empresa a cargo de la misión CHAMP. También colaboraron los estudiantes Tiojari D. Guzmán Galindo y Norberto Alcanzar Elizondo de la maestría de Ciencias geodésicas, tercera edición.

REFERENCIAS

- Bouman, J. (1998), Quality of regularization methods, DEOS.
- García, R. (2002), Ohio State Technical Report Series No. 460 titulado “Local geoide Determination from GRACE Mission” del departamento de Geodesia y Topografía de la Universidad Estatal de Ohio EUA.
- García, R, Armenta, A. (2005), On the inversion of geodetic integrals defines over the sphere using 1-D FFT, Journal of Geodesy, Vol. 79 pags. 331-340.
- Jekeli, C. (1999), The determination of gravitational potential differences from satellite-to-satellite tracking, revision submitted to Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy.
- Jekeli, C. (1999), The determination of gravitational potential differences from satellite-to-satellite tracking, revision submitted to Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy.
- Jekeli, C., García, R. (2000), Local Geoid Determination with In Situ Geopotential Data Obtained from Satellite-to-satellite Tracking, Gravity from Dedicated Satellite Experiments Gravity, Geoid, Geodynamics 2000 Symposium Banff, Canada.
- Seeber, G. (1993), Satellite Geodesy, Walter de Gruyter, Berlin.
- Wagner, C. A. (1983), Direct Determination of Gravitational Harmonics From Low-Low GRAVSAT Data, Journal of Geo. Res. Vol. 88, No. B12, pp. 10,309-10,321
- Torge, Wolfgang (2001), Geodesy, 3ra edición Degruyter, New York.
- Wolff, M. (1969), Direct measurement of the Earth's gravitational potential using a satellite pair. Journal of Geo. Res., 74(22), pp. 5295-5300.

DETERMINACIÓN ASTRONÓMICA DEL TRÓPICO DE CÁNCER EN PUNTOS IMPORTANTES DEL ESTADO DE SINALOA

Dr. Daniel Mendoza Araiza¹, M.C. Tatiana N. Kokina¹ y Victor I. Krilov² profesores del ¹departamento de astronomía y geodesia cósmica de la U.A.S, ²departamento de astronomía y geodesia cósmica de la Universidad de Geodesia y Cartografía de Moscú.
tatiana@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

El significado de la determinación del Trópico de Cáncer tiene la misma importancia que la determinación del Trópico de Capricornio, ecuador y círculos polares (norte y sur).

Trópico de Cáncer. Se denomina así por que en la antigüedad se dieron cuenta de que el día del solsticio de verano (22 de junio a mediodía), el Sol iluminaba el fondo de los pozos y que en aquellos tiempos, en el hemisferio norte, el Sol estaba en la constelación de Cáncer. Realmente hoy se encuentra en la constelación de géminis muy cerca del borde que la separa de la constelación de Tauro. Si hoy hubiera que darle nombre le llamaríamos Trópico de Géminis. De hecho, el Trópico de Cáncer es la determinación de puntos sobre la superficie de la Tierra en los cuales el ángulo de la línea vertical (dirección de la gravedad) y el plano del ecuador terrestre medio es igual a la inclinación de la eclíptica con respecto al plano del ecuador. En la Tierra el Trópico de Cáncer pasa por los siguientes países: Mauritania, Malí, Argelia, Níger, Libia, el Chad (frontera del Chad y Libia), Egipto, Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos, Omán, La India, Bangla Desh, China, Taiwán y México.

La determinación física de los trópicos, círculos polares ecuador y polos en la superficie terrestre, es una actividad científica y cultural de los países por donde afortunadamente pasan dichos paralelos, por lo que las autoridades gubernamentales deben apoyar a las instituciones académicas y científicas a que realicen los trabajos astronómicos correspondientes en la determinación de dichos círculos.

Por ser México uno de estos países geográficamente afortunados enseguida se da un resumen de los trabajos astronómicos realizados en nuestro país en la determinación del Trópico de Cáncer.

MATERIALES Y MÉTODOS

a). Debido a que México es uno de los países donde pasa el Trópico de Cáncer con motivo de la celebración del año Internacional de la Geofísica, en el año de 1957, la Secretaría de Obras Públicas, específicamente el Departamento de Vías Terrestres de dicha Secretaría, solicitó al instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México la determinación astronómica del cruce del Trópico de Cáncer con las siguientes carreteras federales.

1. La Paz-San José del Cabo, 2. Mazatlán-Culiacán (fig. 1), 3. Mazatlán-Durango, 4. Fresnillo-Durango, 5. Fresnillo-Torreón, 6. Zacatecas-Salttillo, 7. San Luis Potosí-Salttillo, 8. San Luis Potosí-Ciudad Victoria, 9. Ciudad Mante-Ciudad Victoria, 10. Aldama-Soto La marina.



Figura 1.

La sección de Geodesia del Intituto de Geofísica de la UNAM fue la que realizó los trabajos astronómicos para la determinación del Trópico de Cáncer en estos puntos. Instrumental utilizado. El equipo que se utilizó estaba compuesto por un teodolito Wild T-2 de 1" de precisión, dos cronómetros de tiempo medio y sideral respectivamente, aparatos meteorológicos y radio de transistores.

Método utilizado. La determinación de la latitud se hizo por el método de observaciones de alturas de la estrella polar en cualquier posición; así todas ellas se efectuaron cuando la polar se encontraba muy cerca de su paso superior por el meridiano y para el cálculo se uso la serie de Litrow.

b). Debido a que en el estado de Sinaloa el Trópico de Cáncer atraviesa tres nuevos puntos importantes se han realizado trabajos astronómicos (en el caso de la maxipista Mazatlán-Culiacán) y a realizarse (en el caso del límite del mar de Cortés y la corteza terrestre, y en la carretera Mazatlán-La Noria) por parte del departamento de astronomía y geodesia cósmica DAGC de la UAS.

Demos algunos detalles del trabajo realizado y a realizar por le DAGC de la UAS.

Las particularidades de los métodos para la determinación de coordenadas astronómicas, atestiguan que, el método más óptimo es aquel que permite determinar directamente la latitud astronómica del punto (Trópico de Cáncer) con base en las observaciones a las estrellas.

Instrumental utilizado. Un teodolito astronómico DKM-3^a, este equipo posee una construcción genuina la que permite trabajar cómodamente y obtener una alta precisión en los resultados, un radio marca Shak DX-392 transmite las radio señales de la estación de Colorado Springs en frecuencias portadoras 5, 10 y 15 MHZ, un Cronógrafo y un Barómetro.

Método utilizado. El método de observaciones astronómicas que se utilizó para la determinación del Trópico de Cáncer en la Maxipista Culiacán-Mazatlán, (Fig. 2) fue el Tlacott, este mismo método es el que se utilizará en la determinación del Trópico de

Cáncer en el límite de la superficie terrestre de Sinaloa y el mar de Cortés y en la carretera Mazatlán-La Noria. Este método permite obtener la latitud con gran precisión durante un corto periodo de tiempo en las observaciones.



Figura 2.

El método Talcott se basa en la medición, en el meridiano, de la pequeña distancia cenital existente entre dos estrellas, una al Norte y otra la Sur. Tal metodología de observaciones permite elevar la precisión de las mediciones, ya que da la posibilidad de utilizar un micrómetro ocular especial del instrumento para la medición de las diferencias de distancias cenitales. En este método, prácticamente se elimina en su totalidad el efecto de la refracción atmosférica.

La fórmula para la determinación de la latitud, utilizando este método, posee un aspecto sencillo y cómodo para los cálculos.

En la elección del par de estrellas para el método de Talcott existen efemérides especiales.

El número promedio de pares por hora en una noche debe ser de 9. Las efemérides se distribuyen en el lugar de acuerdo a la latitud a cada grado. Dentro de cada zona de observación los pares se eligen con base al crecimiento de los momentos de las culminaciones de la primera estrella de cada par.

RESULTADOS

El valor de la latitud del trópico de cáncer con base a diez pares de estrellas Talcot fue

$\varphi=23^{\circ}26'23.179''+0.330''$. De los valores obtenidos para la latitud en los dos periodos de observaciones realizados para determinar la posición del Trópico de Cáncer, en la maxipista Culiacán-Mazatlán, se detectó una divergencia de 2.5 metros, lo que angularmente equivale a $0''.08$, tal precisión se considera aceptable.

DISCUSIÓN

En este trabajo la utilización de los sistemas globales satelitales de navegación GPS se descartó, debido a que es necesaria la determinación de la línea vertical (línea de gravedad), lo cual implica trabajos complementarios (gravimétricos y geodésicos). Veamos esto analíticamente.

La utilización del GPS navstar en la determinación astronómica del trópico de cáncer presenta los siguientes inconvenientes: a).- Las coordenadas de cualquier punto terrestre utilizando el GPS-NAVSTAR se obtienen en un sistema de coordenadas cartesianas espaciales SCCE X, Y, Z, es decir:

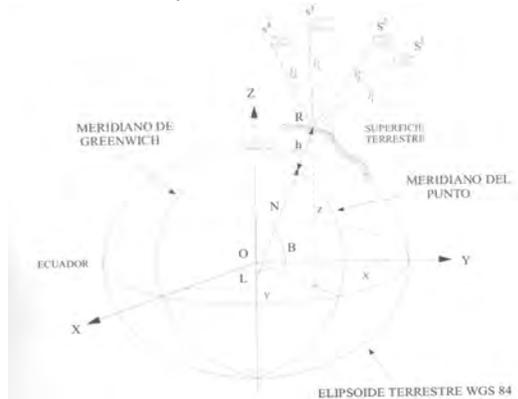


Figura 3.

donde:

XOYZ – SCCE (ITRF); B,L – coordenadas esferoidales (WGS84); S – SAT del GPS-NAVSTAR, $i=1,2,3,4$; X_i, Y_i, Z_i – coordenadas de los SAT, $i=1,2,3,4$; X_R, Y_R, Z_R – coordenadas del punto terrestre (Trópico de Cáncer), en el SCCE; ρ_i – distancias observadas del punto terrestre R a los 4 SAT $Y_{abs} = (\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4)$, donde $\rho = ct$.

La determinación de las coordenadas del punto terrestre R, se realiza mediante la interacción:

$$X = (A^T \cdot A)^{-1} \cdot A^T Y \quad (1)$$

Resumido el procesamiento de la elaboración matemática tenemos:

se calculan las distancias punto terrestre R (coordenadas aproximadas) – SAT, mediante la igualdad:

$$F^i = (X_R, Y_R, Z_R, \Delta t_R) = \sqrt{(X_R - X^i)^2 + (Y_R - Y^i)^2 + (Z_R - Z^i)^2} + c \cdot \Delta t_R \quad (2)$$

se deriva parcialmente (2) con respecto a las coordenadas del punto terrestre (receptor) y la corrección del reloj del receptor:

$$\frac{\partial F^i}{\partial X_R} F^i = (X_R, Y_R, Z_R, \Delta t_R) = \frac{X_R - X^i}{\sqrt{(X_R - X^i)^2 + (Y_R - Y^i)^2 + (Z_R - Z^i)^2}} \quad (3)$$

$$\frac{\partial F^i}{\partial \Delta t_R} F^i = (X_R, Y_R, Z_R, \Delta t_R) = c$$

se calculan numéricamente los valores de las derivadas parciales de la matriz A

$$A = \begin{bmatrix} \frac{\partial F^1}{\partial X_R} & \frac{\partial F^1}{\partial Y_R} & \frac{\partial F^1}{\partial Z_R} & \frac{\partial F^1}{\partial \Delta t_R} \\ \frac{\partial F^2}{\partial X_R} & \frac{\partial F^2}{\partial Y_R} & \frac{\partial F^2}{\partial Z_R} & \frac{\partial F^2}{\partial \Delta t_R} \\ \frac{\partial F^3}{\partial X_R} & \frac{\partial F^3}{\partial Y_R} & \frac{\partial F^3}{\partial Z_R} & \frac{\partial F^3}{\partial \Delta t_R} \\ \frac{\partial F^4}{\partial X_R} & \frac{\partial F^4}{\partial Y_R} & \frac{\partial F^4}{\partial Z_R} & \frac{\partial F^4}{\partial \Delta t_R} \end{bmatrix} \quad (4)$$

se calcula la matriz de los errores mediante la siguiente igualdad:

$$Y = Y_{abs} - F^i \quad (5)$$

F^i son las distancias del punto terrestre R a cada SAT (1, 2, 3, 4,) F^i se determina mediante la igualdad (2), por lo que (5) será:

$$Y = \begin{bmatrix} \rho_{R-SAT1} \\ \rho_{R-SAT2} \\ \rho_{R-SAT3} \\ \rho_{R-SAT4} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} F_{R-SAT1} \\ F_{R-SAT2} \\ F_{R-SAT3} \\ F_{R-SAT4} \end{bmatrix}$$

se calculan las correcciones X a las coordenadas del punto terrestre R y al reloj del receptor mediante la igualdad (1) es decir:

$$X = (A^T \cdot A)^{-1} \cdot A^T Y$$

Este proceso de interacción se repite hasta que la parte izquierda de (1), es decir, las correcciones X, Y, Z y t del punto terrestre, se acerque lo más posible a cero.

Debido a que las coordenadas φ, λ del Trópico de Cáncer son esféricas y las obtenidas son coordenadas cartesianas espaciales X, Y, Z, es necesario que éstas se transformen en elipsoidales (B, L) para lo cual se toma el elipsoide general WGS84 ver Fig. 4.

Esto se logra mediante el siguiente proceso:

se determina el radio R del paralelo que contiene el trópico de Cáncer mediante

$$R = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

se introduce una función auxiliar:

$$\tan \theta = \frac{Z}{R} \frac{1}{R\sqrt{1-e^2}}$$

se calcula la longitud geodesia L. $\tan L = \frac{Y}{X}$

se calcula la altura elipsoidal h: $h = \frac{Y}{\cos B \cos L} - N$

Señalemos que lo que se ha obtenido es la latitud geodesia B y no la latitud astronómica que es la que determina el Trópico de Cáncer.

CONCLUSIONES

1º el e.m.c., en la determinación astronómica del Trópico de Cáncer utilizando el método astronómico es de 0.2", lo que equivale en el terreno a 6m.

2º en e.m.c., de las coordenadas cartesianas espaciales absolutas X, Y, Z es de 4m, pero al transformarlas en elipsoidales guiada un error de +6., además, observemos que estas coordenadas no son astronómicas, es decir;

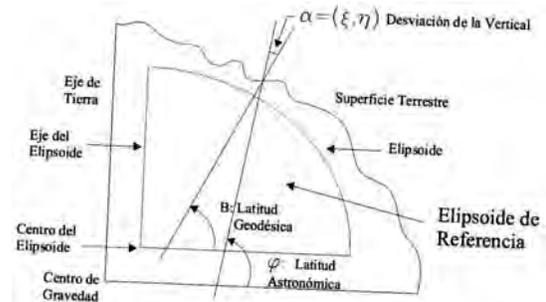


Figura 4.

Por lo que si se desea obtener la latitud del Trópico de Cáncer entonces es necesario transformar las coordenadas B, L obtenidas con el GPS NAVSTAR en astronómicas, para lo cual se necesita conocer las componentes ξ, η de la vertical α (fig. 4), lo cual se puede resolver de 2 maneras: Primera, poseer un buen geoide, cosa de la que actualmente en México se carece; segunda, realizando conjuntamente a los trabajos geodésicas GPS NAVSTAR trabajos de nivelación geométrica y gravimétrica, lo cual no es económico.

Por lo tanto, la determinación del Trópico de Cáncer el trabajo más favorable es utilizar del método astronómico.

BIBLIOGRAFÍA

Bakulin P. I., Konomovich E. V., Moroz V. I. (1987), "Curso de astronomía general" Edit. MIR de Moscú.

- Baranov N. Vladimir, Mendoza A. D., Plata R. W. (1998), “Determinación del Trópico de Cáncer en la maxipista Culiacán – Mazatlán”. Revista de la Universidad Autónoma de Sinaloa N° 3 septiembre – octubre 199, UAS, Culiacán, Sin.
- García M. Ignacio Lomeli R.; Patiño Francisco; Mendoza A. D. (2007), “Determinación del Trópico de Cáncer en puntos importantes del estado de Sinaloa”, Ciencia y tecnología, UAS, año 2 No. 12, junio de 2007, Culiacán, Sin.
- Medina P. M. (1947), “Exploración astronómica y situación geográfica de los puntos de cruce del Trópico de Cáncer sobre diez carreteras federales del país que pasan de la zona templada a la tropical” Anales del Instituto de Geofísica V.17.1971. UNAM. Mexico, D.F.

ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA EMPLEANDO GPS (SISTEMA GLOBAL DE POSICIONAMIENTO), COMBINADA CON LA OBTENCIÓN DE ALTURAS ORTOMÉTRICAS PARA LA VALIDACIÓN DEL GEOIDE

Carlos R. Moraila V, Ramón V. García L, Manuel López m, Rigoberto Balderrama C, Wenseslao Plata R.
Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Sinaloa, Tel/fax, 667 716 11 49.
cmoraila@uas.asunet.mx

INTRODUCCIÓN

El referenciar redes geodésicas tiene como uno de sus objetivos principales proveer puntos geodésicos de control horizontal y vertical en ámbitos municipal, estatal, regional y nacional, proporcionando a su vez un sistema de geo-referenciación preciso y confiable lo cual es importante, por ejemplo, en la planeación urbana, control y seguimiento de obras ingenieriles. Además, esto coadyuva a establecer las bases para generar la cartografía que es indispensable para el desarrollo económico y social de una región.

Nuestro municipio de Culiacán no cuenta con una red geodésica vertical integral que pueda ser utilizada para satisfacer las necesidades mencionadas. Sólo se cuenta con un vértice de la red nacional de INEGI ubicado en la ciudad de Culiacán, de acuerdo a la extensión territorial de la zona urbana dicho vértice es insuficiente como apoyo geodésico, incluso para el municipio donde se encuentra. Por otro lado, la información cartográfica regional existente es deficiente y presenta problemas de confiabilidad y precisión. Esta situación genera diferentes problemas de inconsistencia en proyectos y actividades que requieren de un marco cartográfico como en el diseño urbano y ejecución de obras y proyectos de ingeniería. Asimismo, debido a la escasez de vértices geodésicos, resulta costoso e inoperativo el trasladar la referenciación geodésica a las zonas de ejecución de obras o nuevos asentamientos humanos.

Es por ello que proponemos el establecer un marco de referencia horizontal y vertical integral donde esto solucione la problemática

de unificación. Se pretende generar una red de acceso geo-referencial estable y confiable. La red, se propone sea construida con equipos y metodologías modernas basadas en un sistema satelital, específicamente el sistema GPS (Global Positioning System) y equipo electrónico de nivelación. Esto permitiría referenciar los puntos a un sistema espacial de coordenadas terrestres de carácter internacional

Estas metodologías se han aplicado satisfactoriamente en proyectos internacionales relacionados con teorías fundamentadas por renombrados geodesias como son: Sideris, Kotsaki, Forsberg, V, D. Zhong, Li Y. C., Kuang D.

Estos autores han desarrollado una serie de metodologías para investigar la forma de representación de la corrección en la altura de la superficie de referencia. Para minimizar las diferencias entre geoide y ondulaciones obtenidas por GPS y nivelación, dentro de las metodologías aplicadas está la aplicación de modelos de transformación utilizando una interpolación polinomial por mínimos cuadrados, basados sobre puntos de control conocidos, tanto la altura elipsoidal como la ortométrica. Este método es el más utilizado para la interpolación de alturas geoidales.

La aplicación y densificación de esta técnica tendrá como generación la determinación y establecimiento de un sistema de referencia de alturas local, sistema primordial para el control geodésico en proyectos de ingeniería como son, la planeación urbana, edificación de puentes, presas, tendido de redes de alcantarillado y agua potable y catastro

El no tener un marco de referencia único horizontal y de alturas en la región, genera una problemática en la ejecución de obras de ingeniería de índole tanto privado como público (Moraila C.R., García R.V.). Además, la falta de densificación de este sistema incapacita el contar con una cartografía detallada, actualizada y veraz.

Actualmente, dependencias como la Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Culiacán, Desarrollo 3 Ríos, CNA, tienen sistemas de referencia vertical diferentes, para lo cual cuando es necesario el proyectar obras conjuntamente se tiene inconsistencias, repercutiendo en la ejecución de las obras.

Aunado a ello, la zona urbana contempla una problemática en relación a los escurrimientos pluviales ya que no se tiene una cuantificación actualizada de gastos que transportan los cauces, para lo cual es necesario tener este sistema de referencia unificando las alturas y así poder realizar la toma de decisiones en proyectos integrales de solución a la problemática.

METODOLOGÍA

Para hacer cálculos sencillos y aproximados, es conveniente pensar que la Tierra es una esfera. No obstante, en la realidad la forma de nuestro planeta es más compleja: ligeramente achatada en los polos y abultada en el Ecuador, con el hemisferio sur un poco más voluminoso que el norte, y con la rugosidad propia que le da el relieve del terreno.

Observaciones detalladas mediante técnicas modernas han mostrado que si exagerásemos estas características, la Tierra se asemejaría más bien a una *pera*, como muestra la Figura 1.

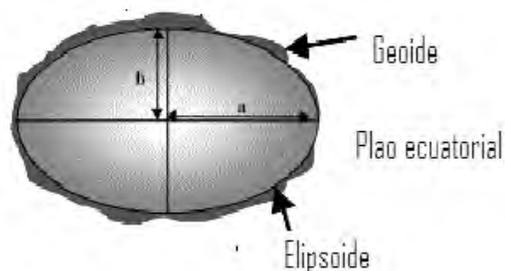


Figura 1.

En general, es más práctico trabajar la forma de la Tierra como si fuera un *elipsoide*, sin considerar las ondulaciones propias de la topografía.

Esto se debe a que el elipsoide (Fig. 1), es una figura matemática fácil de usar que es lo suficientemente parecida a la forma de la Tierra, *Semieje mayor (a)*: longitud del semieje correspondiente al Ecuador, desde el centro de masas de la Tierra hasta la superficie terrestre, y *Semieje menor (b)*: longitud del semieje desde el centro de masas de la Tierra hasta uno de los polos. Alrededor de este eje se realiza la rotación de la elipse base cuando se están trabajando las coordenadas en el plano: latitud y longitud.

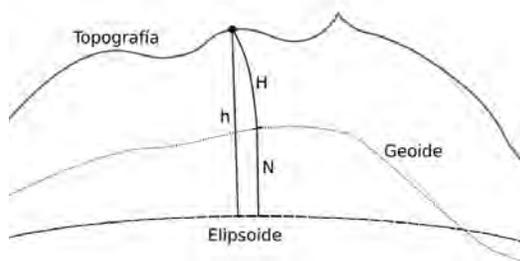
No obstante la ventaja de ser una figura matemática sencilla, el elipsoide no es adecuado cuando lo que deseamos medir son altitudes. Dado que la mayor parte de la Tierra está cubierta por mares y océanos, entonces la superficie de referencia por excelencia para medir altitudes es el nivel medio del mar. Además, este nivel medio es una mejor aproximación a la forma real de la Tierra vista desde el espacio.

El nivel medio del mar, a su vez, depende de las irregularidades en el campo gravitatorio de la Tierra que alteran su posición. El agua de los océanos del globo busca estar en equilibrio, y por ello tiende a seguir una superficie gravitatoria equipotencial.

Es por esto que se introduce una nueva figura llamada *Geoide*, definida como: *La superficie equipotencial del campo gravitatorio de la Tierra que mejor se ajusta (en el sentido de mínimos cuadrados), al nivel medio global*

del mar]). Una de las consecuencias de esta definición es que el geoide es *siempre* perpendicular al vector de gravedad local en cada punto.

La óptima combinación de alturas geométricas obtenidas del Sistema Global de Posicionamiento, (GPS), con lo que es alturas ortométrica y ondulaciones del geoide está bien situada en aplicaciones prácticas. Este proceso referenciado a nivelación /GPS, se fundamenta sobre una simple relación geométrica, que involucra tres tipos de alturas basadas en la ecuación (Heiskanen and Moritz).



$$H=h-N$$

Figura 2.

Donde h = representa la altura geodésica/geométrica referida al elipsoide, H = altura referida al nivel medio del mar (geoide), N = es la ondulación geoidal.

En la práctica, esta relación dada anteriormente nunca ha sido obtenida con suficiente precisión, debido a numerosos errores, distorsiones sistemáticas, inconsistencia entre datum así como inconsistencias inherentes en la tripleta de datos de alturas (Kotsakis y Sideris).

El propósito de este trabajo es investigar cómo pueden obtenerse con precisión alturas ortométricas diferidas de alturas del GPS y datos del geoide utilizando la ecuación anterior. Más específicamente, investigaciones numéricas están conducidas a analizar el impacto de las alturas de GPS y las obtenidas por la diferencia de alturas geoidales, esto sobre la determinación de alturas ortométricas.

Nuestra discusión inicia con una breve descripción de la metodología, la cual

contempla las relaciones existentes de las alturas, enfocados principalmente a las pruebas preliminares para la evaluación y obtención de las precisiones o diferencias de los tipos de alturas definidas, así como la tipología de las redes geodésicas empleadas. Finalmente los resultados de los escenarios son analizados para determinar qué tan preciso es obtener las diferencias de alturas ortométricas vía GPS. Reconocemos que este proceso es muy práctico y promueve un área de investigación, para futuros trabajos.

EJEMPLO NUMÉRICO

El principal problema consiste en que no se cuenta en la región con un sistema de referencia geodésico preciso y confiable. Para la referencia vertical y horizontal, actualmente, el sistema GPS representa un método eficiente y preciso. Para el establecimiento de un sistema de referencia vertical es necesario realizar transectos y líneas de nivelación de acuerdo a este caso con precisiones de segundo orden, lo cual resulta laborioso y costoso.

Por tanto, se propone una metodología que combine observaciones GPS con trabajos de nivelación para poder obtener conjuntamente un sistema de referencia horizontal y otro vertical igualmente confiables y precisos para la zona urbana de la ciudad de Culiacán.

Dentro del presente trabajo se plantean como objetivos establecer una Red Geodésica Horizontal y Vertical integral de apoyo para la zona urbana de la ciudad de Culiacán, que tenga puntos de apoyo para la creación de una densificación de redes de menor grado. La red estará referida al Sistema de Coordenadas Geodésico Nacional adoptado y promovido por INEGI. Se ubicarán en puntos sobre la zona urbana de acuerdo a las especificaciones de segundo orden, y donde la geometría lo requiera.

Se realizaron trabajos de campo los cuales consistieron en el reconocimiento de los puntos así como su establecimiento y monumentación, sesión de observación del

sistema GPS para la obtención de coordenadas, medición de alturas ortométricas empleando instrumental y metodologías para obtener precisiones de primer a segundo orden según las especificaciones correspondientes.

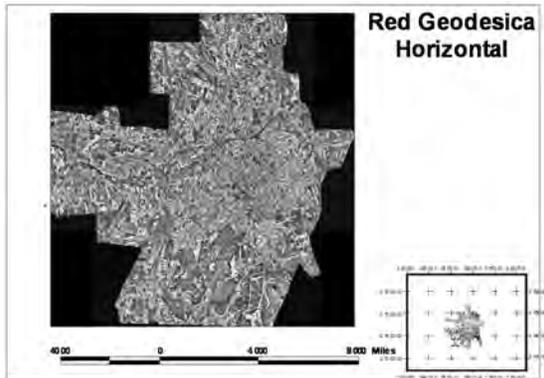


Figura 3. Red geodésica horizontal.

Se realizó un comparativo del modelo obtenido a partir de las mediciones con un modelo obtenido por medio de simulación, empleando para ello el modelo geoidal EGM96.

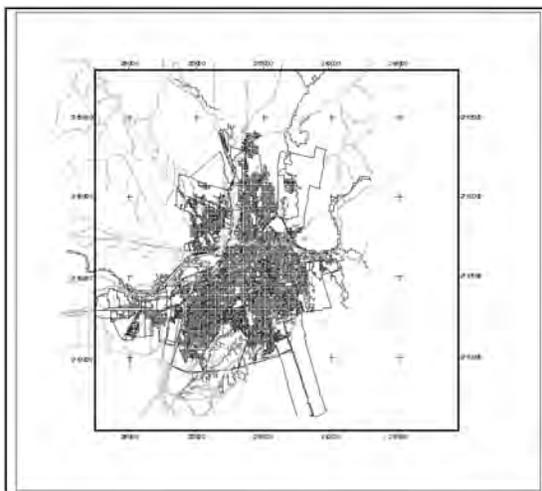


Figura 4. Red geodésica vertical.

Las datos de alturas ortométricas, obtenidos serán referenciados al Nivel Medio del Mar unificando los criterios como marco de referencia.

Se obtuvo una superficie, la cual se correlaciona con el modelo EGM96, para así poder obtener el traslado de mediciones de alturas elipsoidales del GPS, a alturas

ortométricas con los parámetros de precisión mencionados

RESULTADOS

Una descripción teórica de la metodología utilizada para obtener alturas ortométricas de observaciones GPS y ondulaciones del geode fueron probadas. Todo el análisis versa en la conformación de las redes geodésicas horizontal y vertical. De ello se desprenden una serie de efectos y sus análisis, los resultados obtenidos de las observaciones GPS se encuentran dentro de los ordenes de 0.002 a 0.02 m, lo cual dispone la calidad de las mediciones, cumpliendo precisión requerida, todas esto de acuerdo a la geometría propuesta por la red geodésica así como de su densificación. Para el caso de las alturas dentro de los circuitos que componen la red vertical, se obtuvieron diferencias del orden menor a las ppm.

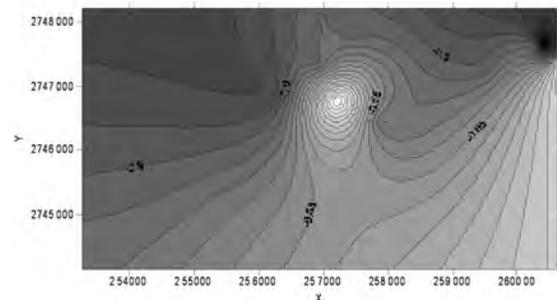


Figura 5. Diferencias EGM-Observaciones.

Las diferencias obtenidas de las observaciones y el modelo EGM96 fueron del orden de los 0.20 a 0.95 m (Fig. 5), estas diferencias representan la no equidad entre las superficies, como es la no conformidad del corrector de superficie, además es un reflejo de la falta de densificación de puntos y que el modelo para esta zona no confluye lo suficiente. Ejemplo de las precisiones obtenidas (Tabla 1).

Tabla 1. Precisiones obtenidas.

PUNTO	LATITUD.	DESV. ESTD	LONGITUD	DESV. ESTD.	ALTURA	DESV .ESTD
377E	24° 48' 57.85177" N	0.004	107° 21' 48.10020" W	0.002	12.541	0.006
417C	24° 47' 37.37496" N	0.002	107° 21' 16.16898" W	0.004	27.627	0.006
317B	24° 46' 57.29905" N	0.002	107° 21' 11.61767" W	0.004	33.627	0.006
377D	24° 49' 5.27173" N	0.004	107° 22' 16.35309" W	0.006	12.398	0.008
927P	24° 48' 23.75715" N	0.004	107° 21' 43.56306" W	0.006	22.338	0.01
410A	24° 48' 16.47474" N	0.004	107° 22' 34.32459" W	0.004	31.571	0.006
410B	24° 48' 4.44323" N	0.004	107° 21' 56.15388" W	0.004	26.354	0.006
410C	24° 48' 9.34524" N	0.004	107° 21' 22.97397" W	0.004	21.14	0.006
CULP	24° 47' 54.79178" N	0	107° 23' 2.18514" W	0	74.45	0

AGRADECIMIENTOS

El apoyo financiero para la realización de este proyecto fue auspiciado por la Convocatoria 2006 del Programa de Fortalecimiento a Proyectos de Investigación (PROFAPI 2006, CGIP), además a el departamento de cartografía de la Junta de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Culiacán, ingeniero Miguel Bustamante, así como a personal del INEGI, y con mayor apego a los estudiantes y maestros de la Licenciatura y de la Maestría en Ciencias Geodésicas de la Escuela de Ciencias de la Tierra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Sideris MG, Forsberg R, Geoid testing using GPS and leveling, Aust J Geod Photogrm Surv. 57. pag. 62-77.

D. Zhong, Robust estimation and optimal selection of polynomial parameters for e interpolation of GPS geoid heights, Journal of geodesy, 70, pag. 555-561.

Heiskanen and Moritz, (1997), Physical Geodesy, 1997.

Forsberg R, High precision geoid heights for GPS leveling, Symp. Precise ositioning with Global Positioning System Ottawa 3 –7 Sep pag. 1060-1074.

Li YC, Sideris M, Minimization and estimation of geoid undulation errors, Bull Geod. 68, pag. 201-219.

C. Kotsakis, M. Sideris, On the adjustment of combined GPS/leveling geoid networks, Journal of geodesy, 73.

Sjoberg I, Non negative varience component estimation in the Gauss-Helmert adjustment model, manusc. Geodesy 9, pag. 247-280.

Sideris MG, Forsberg R, Geoid testing using GPS and leveling, Aust J Geod Photogrm Surv. 57, pag. 62-77.

Featherstone W. Do we need a gravimetric geoid or a model of the Autralian height datum to transform GPS heights, Austr. Surv, 43, pag. 273-280.

Kuang D, On the structure of geometric positioning information in GPS measurement, Jou. Of Geo., 71, pag. 35-43

Kotsakis, C., and Sideris M. G., On the adjustment of combined GPS/leveling/geoid networks, J. Geodesy 73 (8), 412-421.

C. R. Moraila, García R. V., López M., Balderrama R., Trejo M., Plata W. (2002), Análisis de confiabilidad de una red geodésica local empleando GPS, III Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra, Puerto Vallarta, Jalisco.

C. R. Moraila, García R. V. Referenciación de un sistema geodésico horizontal y vertical para la ciudad de Culiacán empleando nivelación/GPS.

Reunión Anual de la Unión Geofísica Mexicana, Puerto Vallarta, Jal.

Congreso Internacional de Topografía Aguas.

C. R. Moraila, García R. V., López M. Delimitación de las cuencas hidrológicas de

la ciudad de Culiacán, Reunión Anual de la Unión Geofísica Mexicana, Puerto Vallarta Jal, Congreso Internacional de Topografía y Aguas.

- C. R. Moraila, García R. V., López M. Establecimiento de una red estatal para la delimitación de la zona costera, Reunión Anual de la Unión Geofísica Mexicana, Puerto Vallarta Jal, Congreso Internacional de Topografía Aguas.

ANÁLISIS MULTICRITERIO PARA LA SELECCIÓN DE PÁGINAS WEB RELEVANTES EN UN SPIDER ENFOCADO

Pavel Anselmo Álvarez Carrillo^{1*}, Inés Fernando Vega López¹, Eduardo Fernández González², ¹Facultad de Informática, ²Facultad de Ingeniería, Josefa Ortiz de Domínguez S/N Culiacán, Sinaloa. Tel./Fax (667) 716-1361C.P. 80010, *pavel@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

La World Wide Web, también llamada Web, es una vasta colección de documentos que se encuentran referenciados entre sí por medio de hipervínculos. Para facilitar la búsqueda de información en la Web, se han desarrollado y utilizado sistemas informáticos que recopilan y organizan páginas de Internet automáticamente. Estos sistemas son conocidos como *motores de búsqueda* y constan de tres partes; un *spider* que explora la Web, recolecta y registra la información de los documentos web; un *gestor de base de datos* para administrar la información almacenada; y una *interfaz de consulta* disponible al usuario para realizar búsquedas de información en la base de datos. El esquema de un motor de búsqueda se muestra en la Figura 1.

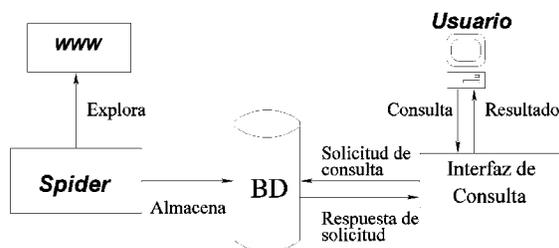


Figura 1. Motor de búsqueda.

La exploración de la Web enfrenta el problema del crecimiento exponencial del número de documentos que contiene y su enorme heterogeneidad. Para tratar el torrente de información que existe en la Web, se propone en este trabajo el entrenamiento de un spider para seleccionar documentos relevantes considerando como criterios de relevancia el contenido y la estructura de los documentos web. Estos criterios se integran

en un predicado borroso sobre la similitud de documentos, cuyos parámetros se obtienen resolviendo un problema de optimización bicriterio con el uso de computación evolutiva.

Para desarrollar la propuesta descrita anteriormente es necesario identificar la mejor forma de establecer la semejanza entre documentos Web e identificar los criterios a utilizar en un predicado borroso para la obtención de sus parámetros mediante programación evolutiva. Es preciso mencionar que este proyecto se lleva a cabo en dos etapas. La primera etapa consiste en identificar la mejor forma de establecer semejanza entre documentos, la segunda etapa consiste en la búsqueda de los pesos de los criterios que se integran en un predicado borroso sobre la similitud de documentos. En este documento se presentan los resultados obtenidos de la primera etapa y por consiguiente una pauta a seguir en el desarrollo de la segunda etapa. Habiendo mencionado la situación actual del proyecto, en lo sucesivo de este documento se describirá la problemática que se presenta al explorar la Web y los enfoques aplicados para el estudio de la misma. En la sección materiales y métodos se describirán los métodos implementados en el desarrollo del proyecto para identificar la mejor forma de establecer semejanza entre documentos. En la sección resultados y discusión se dará una interpretación de los resultados obtenidos en los experimentos y por último en la sección de *la Web*.

Estudios recientes de la Web reportan que los motores de búsqueda con mayor número de páginas Web indexadas son Google (ocho mil

millones), MSN (cinco mil millones) y Yahoo (cuatro mil millones) (Gulli and Signorini, 2005). Las páginas que estos motores de búsqueda pueden localizar y registrar, denominadas páginas indexables, corresponden a documentos estáticos, es decir, páginas que no necesitan interacción con el usuario para mostrar su contenido. Por otro lado, las páginas que son construidas dinámicamente como respuesta de la solicitud de información a una base de datos alterna a través de interfaces de consulta se encuentran inaccesibles a los motores de búsqueda y son, por lo tanto, denominadas páginas no indexables (He, Patel, Zhang and Chang, 2007). La información en la Web crece tan rápidamente que el número de páginas registradas por los motores de búsqueda no alcanza la cantidad de páginas indexables estimadas en 11 mil quinientos millones (Gulli and Signorini, 2005). Además, muchos documentos en la Web son generados dinámicamente, se estima que de 43,000 a 96,000 sitios Web generan páginas con información dinámica (Bergman, 2001). Por tanto, el manejo adecuado del torrente de información existente en la Web requiere enfrentar varios retos significativos. Por un lado su crecimiento exponencial, y por otro su enorme heterogeneidad. Con esto queda claro que seleccionar información relevante para el usuario no es una tarea fácil debido a la gran cantidad de documentos en la Web y la gran cantidad de temas contenidos en ella, aún con la ayuda de los sistemas que automatizan el proceso de búsqueda.

Para enfrentar esta problemática se ha estudiado a la Web desde distintos enfoques con el fin de obtener información extra de los documentos como pueden ser; las referencias (hipervínculos) y las palabras representativas en los documentos web. Es por ello que el estudio de la Web ha dado lugar a dos enfoques, *Análisis de la Estructura* y *Análisis de Contenido* (Chau and Chen, 2003a; Chau and Chen, 2003b). Estos enfoques son aplicados en el análisis de los documentos Web para evaluar su relevancia. Al extraer

información de los documentos utilizando estos dos enfoques es posible representar los documentos por sus diferentes características como lo son sus hipervínculos y sus palabras; considerando así tanto la estructura como el contenido de los documentos. En el enfoque de análisis de la estructura Web se ha utilizado el hipervínculo para; asignar importancia a los documentos (Kleinberg, 1998), predecir el contenido de los documentos (Armstrong, Freitag, Joachims and Mitchell, 1995; Amitay, 1998) y establecer relevancia entre documentos (Chen, Chung, Ramsey, and Yang, 1998). Por otro lado el enfoque de análisis del contenido Web es utilizado para buscar información relevante en los documentos sobre la base de un análisis léxico. Esto permite determinar la semejanza entre documentos con cierto grado de verdad, con la extracción de las palabras como características representativas del documento.

Considerando los dos enfoques para el análisis de la Web sabemos que es indispensable desarrollar un mecanismo que permita, de forma automatizada, localizar la información y almacenarla en una base de datos. Sin embargo, el problema que se presenta es el de la representación de los datos para el diseño de métodos de indexación y búsqueda de información eficientemente. Entonces los métodos deben ser capaces de medir la aproximación entre un elemento de búsqueda contra un elemento almacenado. Debido a que los tipos de datos con los que trabajaremos son documentos, estos deben ser expresados mediante una representación que permita la comparación entre ellos. Para este tipo de problemas Faloutsos propuso Indexado Multimedia Genérico (Faloutsos, 1996) por su traducción del Inglés GEneric Multimedia INdexIng (GEMINI) como un nuevo paradigma en el indexado de objetos multimedia. La idea consiste en extraer las características de cada elemento para representarlo de tal forma que permita realizar búsquedas eficientes al compararlo con otro elemento de búsqueda con la misma representación. Al proceso de seleccionar las

características del elemento se le conoce como extracción de las características que corresponden a palabras o hipervínculos de los documentos. El objetivo de esta representación es el de poder realizar comparaciones entre documentos para medir su semejanza. Así, localizar una medida que mejor se aplique a la representación de documentos, que permita y establezca la semejanza entre documentos eficientemente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para establecer relevancia entre documentos es posible considerar los dos enfoques de análisis de la Web. Por un lado tenemos la estructura de documentos Web que permite establecer semejanza entre documentos considerando como base que dos documentos que comparten hipervínculos contienen información semejante. Esta aplicación de la estructura es relevante debido a que el resultado de esta medición nos refleja un grado de semejanza entre documentos y se convierte en un criterio a considerar para su aplicación en la toma de decisión. Sin embargo, con la información que contamos hasta el momento sólo se tiene ubicada la función *Jaccard de Hipervínculos* como medida de semejanza para establecer relevancia que aplique el enfoque de la estructura Web. Esta medida es una función estadística que compara los hipervínculos que tienen en común dos documentos. Ejemplo, dados dos documentos A y B ; el documento A es representado por el conjunto de hipervínculos $X = \{x_1, x_2, \dots, x_k\}$, el documento B es representado por el conjunto de hipervínculos $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_k\}$, donde k es la cardinalidad de los conjuntos X y Y . Entonces la semejanza entre los documentos A y B se define por la cantidad de hipervínculos compartidos. El resultado que se obtiene con Jaccard de hipervínculos es un valor escalar que oscila entre cero y uno, siendo cero la semejanza mínima y uno la mayor semejanza entre los documentos.

$$J_{\text{Hipervínculos}}(A, B) = \frac{A \cap B}{A \cup B}$$

Continuando con esta idea y considerando en este caso el enfoque de análisis de contenido Web se han localizado tres medidas de semejanza por contenido que describirémos a continuación. Dados dos documentos A y B ; el documento A es representado por el conjunto $X = \{x_1, x_2, \dots, x_k\}$, el documento B es representado por el conjunto $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_k\}$, donde k es la cardinalidad de los conjuntos X y Y .

Jaccard de Palabras. Es una función estadística que compara los términos que hay en común entre dos documentos considerando como base que dos documentos que comparten términos semejantes contienen información semejante.

$$J_{\text{Palabras}}(A, B) = \frac{\sum_{i=1}^k x_i * y_i}{\sum_{i=1}^k x_i^2 + \sum_{i=1}^k y_i^2 - \sum_{i=1}^k x_i * y_i}$$

Coseno. Es una función trigonométrica utilizada para medir el ángulo entre dos vectores en el espacio vectorial. El ángulo entre dos vectores indica qué tan cercano se encuentra uno del otro. Debido a que los pesos que contienen los vectores son valores positivos el resultado del coseno de dos vectores varía entre cero y uno siendo uno la menor distancia y cero la mayor distancia entre los vectores en el espacio dimensional.

$$\text{Coseno}(A, B) = \frac{\sum_{i=1}^k x_i * y_i}{\sum_{i=1}^k x_i^2 * \sum_{i=1}^k y_i^2}$$

Distancia Euclidiana. Es una función utilizada para medir la distancia entre dos puntos en el espacio multidimensional. La Distancia Euclidiana mide la distancia en línea recta entre dos puntos siendo cero la distancia mínima entre ellos y serán más lejanos los

puntos si se aleja de cero. En términos de distancia, entre más alejado de cero se encuentre el resultado de la distancia euclidiana de dos puntos más diferente serán los vectores y por lo tanto los documentos que éstos representan.

$$Euclidiana(A, B) = \sqrt{\sum_{i=1}^k (x_i - y_i)^2}$$

Para establecer la medida por contenido que se adapte de mejor forma para la comparación de documentos Web y para establecer semejanza entre ellos es necesario realizar una fase de prueba en la que se mida el desempeño de cada función. Puesto que el valor resultante entre las diferentes funciones no es igual se optó por medir su desempeño en la capacidad para agrupar documentos considerando la mejor medida aquella que agrupe los documentos en grupos bien definidos de mejor forma. Para llevar a cabo el experimento se localizaron y utilizaron un conjunto de documentos como base de datos de prueba que describimos a continuación.

Nuestros datos de prueba fueron obtenidos de diferentes recursos, recolectados para áreas como; recolección de información, búsqueda en la Web y minería de datos. Los conjuntos de datos pertenecen a fuentes de datos de documentos web reales. a) *Syskill and Weibert Web Page Rating (SW)*: es una base datos que contiene 341 documentos en código HTML organizadas en cuatro categorías; Bands, Biomedical, Goats y Sheep (Hettich and Bay); b) *7 Sectors*: es un conjunto de datos de 4,582 documentos web clasificadas en siete categorías. Los grupos son basic materials, energy, financial, healthcare, technology, transportation y utilities (CMU, 2001); c) *WebKB Project (WebKB)*: es un conjunto de páginas Web recopiladas en 1997 del departamento de ciencias computacionales de varias universidades por el proyecto World Wide Web Knowledge Base. Aquí se tienen 8,282 documentos clasificados manualmente en siete categorías: course,

department, faculty, project, staff, student y others. Nosotros utilizamos las primeras seis categorías que contienen en total 4,518 documentos (CMU, 2001); d) *Co-training Experiment for COLT 98*: es un conjunto de páginas Web recopiladas del departamento de ciencias computacionales de varias universidades por el proyecto WebKB. Co-training Experiment contiene 1,051 documentos clasificadas en dos categorías: Course y Non-Course (CMU, 2001); e) *Artículos Científicos (ArtC)*: es un conjunto de documentos web obtenidos en formato pdf convertido a texto para su tratamiento. Se recolectaron 271 documentos de Internet y se clasificaron manualmente en cuatro categorías: audio processing, image processing, times series y websearching.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se sometieron a prueba las medidas de semejanza localizadas para cada enfoque. En el enfoque de la estructura se evaluó la medida Jaccard de Palabras y en el enfoque de contenido se evaluaron las medidas Jaccard de Palabras, Coseno y Distancia Euclidiana. Para cada conjunto de datos se aplicó el algoritmo de clustering *k*-means utilizando cada una de las medidas de semejanza antes mencionada. Así obtuvimos tres resultados diferentes de agrupación, uno por cada medida de semejanza. En las pruebas realizadas considerando el enfoque de la estructura Web se obtuvieron resultados que se muestran en la Figura 2. Debido a que sólo se ha localizado una medida para establecer semejanza por medio de la estructura Web se realizaron la pruebas sólo con esta medida en los datos de prueba y se encontró que en el conjunto de datos de Co-training Jaccard de Hipervínculos obtuvo mejores resultados de agrupación.

Por otro lado, en el enfoque del contenido Web en cada medida de semejanza se realizaron veinte pruebas con diferente dimensión de datos; es decir, diferente cantidad de palabras utilizadas para cada

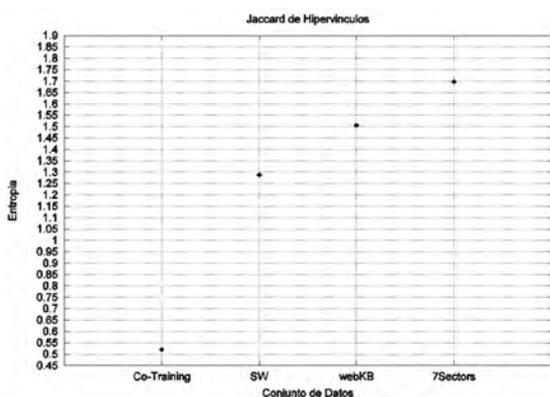


Figura 2. Resultados de la calidad de los clusters realizadas en cada conjunto de datos, obtenidos con la métrica de semejanza de la estructura web y evaluados por su entropía.

prueba. Como forma de evaluación para los resultados obtenidos por el algoritmo de agrupación en cada medida de semejanza se utilizó la entropía para medir la calidad de agrupación. Los resultados que obtuvimos fue que el algoritmo de clustering *k*-means obtiene mejor agrupación en términos de entropía cuando se aplica la medida coseno como medida de semejanza para comparar documentos. En promedio y en términos de entropía, coseno agrupó mejor los documentos en todos, menos un caso, como se muestra en la Tabla 1. Sabemos que el cálculo de entropía se refiere a la calidad de agrupamiento de un conjunto de datos. Un valor cercano a cero es un índice de calidad alto debido a que los elementos internos de cada *cluster* son más homogéneos entre sí y más heterogéneos que los elementos de los otros *clusters*. Por otro lado un valor más lejano a cero representa un índice de calidad bajo.

Tabla 1. Resultados promedio de la calidad de los *clusters* en 60 pruebas realizadas por conjunto de datos, obtenidos con las métricas de semejanza por contenido y evaluados por su entropía.

Métrica \ BD	Jaccard	Coseno	Euclidiana
ArtC	0.497497	0.402200	0.947375
SW	0.490805	0.419818	1.030132
7 Sectors	1.801457	1.805953	1.807561
webKB	1.403985	1.386061	1.474647
Co-training	0.522883	0.512858	0.52289

CONCLUSIONES

Observando los resultados de la técnica de clustering *k*-means, por un lado, coseno resultó ser la medida que obtuvo mejores resultados como medida de semejanza aplicada en el contenido de documentos Web. Los resultados de estos experimentos han marcado una pauta en la comparación por contenido de documentos Web en el proceso de *clustering*, debido a que en trabajos anteriores utilizaban indistintamente una medida u otra como medidas de semejanza para *clustering* de documentos. Gracias a este experimento sabemos que coseno es la mejor medida para comparar semejanza por contenido entre documentos Web, cuando se usa *k*-means. El objetivo principal de este estudio era encontrar la medida que mejor se adapte y obtenga mejores resultados, para la comparación de contenido de documentos Web en el proceso de *clustering*. Los experimentos realizados en este estudio utilizaron *k*-means como algoritmo de *clustering* por su eficiencia y amplia aplicación. Creemos que los resultados obtenidos en este experimento probablemente sean similares si utilizamos otra técnica de *clustering* pero queda abierta esta investigación para su futuro estudio.

Para continuar con la segunda etapa de nuestro proyecto era necesario identificar la mejor forma de establecer semejanza entre documentos Web considerando los enfoques aplicados para el análisis de los mismos. Con este trabajo sabemos que en el análisis de la estructura y el contenido de la Web las funciones Jaccard de Hipervínculos y Coseno resultan obtener valores de semejanza más precisos que otras medidas de semejanza. Esto da lugar a la continuación de la segunda etapa de nuestro proyecto. En él se propone el entrenamiento de un *spider* para seleccionar documentos relevantes desde una perspectiva bi-objetivo, aplicando como criterios de semejanza la estructura y el contenido de los documentos Web. De esta forma se aplicará una perspectiva multicriterio

que se incorpore también en el modelo de optimización y ajuste de parámetros.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Universidad Autónoma de Sinaloa a través de los programas PROFAPI-2006 y PROFAPI 2007.

REFERENCIAS

Armstrong, R., Freitag, D., Joachims, T. and Mitchell, T. (1995), “WebWatcher: a learning apprentice for the World Wide Web”, *AAAI Spring Symposium on Information Gathering from Heterogeneous, Distributed Environments*, Stanford.

Bergman, M. (2001), The Deep Web: Surfacing Hidden Value. Disponible en: <http://brightplanet.com/resources/details/deepweb.html> [citado 25 de julio de 2007].

Gulli A. Signorini A. (2005) “The indexable web is more than 11.5 billion pages”, *Proceedings of the 14th international conference on World Wide Web*, Special interest tracks and posters, ACM 902-903. Chiba, Japan.

Chau M. and Chen H. (2003a), “Personalized and Focused Web Spider”, *Department of Management Information System*, The University of Arizona.

Chau M. and Chen H. (2003b), “Comparison of Three Vertical Search Spiders”, *IEEE Computer*, 36(5). 56-62.

Chen, H.; Chung, Y.; Ramsey, M., and Yang C. (1998), “A Smart Itsy Bitsy Spider for the Web”, *Journal of the American Society for Information Science*, Special Issue on AI Techniques for Emerging Information Systems Applications, 49 (7). 604-618.

CMU World Wide Knowledge Base, 1 Jan. 2001, Carnegie Mellon, Pittsburgh, 1 May. 2007 <<http://www.cs.cmu.edu/webkb/>>.

Faloutsos C. (1996), *Searching Multimedia Databases By Content*. Kluwee Academic Publishers, Boston, MA.

He, B., Patel, M., Zhang, Z. and Chang k. (2007), “Accessing the deep web”, *Communications of the ACM*. 5, 94-101.

Hettich S. and Bay S. D. (1999), The UCI KDD Archive. Irvine, CA: University of California, Department of Information and Computer Science, 1 May. 2007, <<http://kdd.ics.uci.edu>>.

Kleinberg, J. (1998), “Authoritative sources in a hyperlinked environment”, *In Proceedings of the ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms*, ACM Press, New York, 668-677.

EVALUACIÓN DE TÉCNICAS DE COMPRESIÓN DE ELECTROCARDIOGRAMAS A TRAVÉS DE SU SEGMENTACIÓN MEDIANTE MODELOS OCULTOS DE MARKOV

Luis Ángel Corrales Rodríguez*, Inés Fernando Vega López.
Facultad de Informática. Universidad Autónoma de Sinaloa. *l.i.luisangel@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades del corazón son un grave problema de salud pública en nuestro país y en el mundo entero. Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) la cuarta parte de las defunciones ocurridas durante el año 2005 se debieron a enfermedades del corazón (Casanova, 2006). Existen muchos estudios diagnósticos que permiten detectar la presencia de enfermedades cardíacas, como el electrocardiograma, el ecocardiograma, el cateterismo isquémico, la cinecoronariografía, entre otros. Uno de los estudios más utilizados es el Electrocardiograma (ECG). El Electrocardiograma es un estudio rápido que permite registrar la actividad eléctrica del corazón. Esta actividad eléctrica hace que las cavidades del corazón de contraigan y envíen la sangre hacia el cuerpo a través de las arterias. Este evento es lo que conocemos comúnmente como un latido. Cada latido del corazón esta compuesto por distintos estados cardiológicos, los cuales representan la despolarización (descarga eléctrica) o repolarización (carga eléctrica) de células en regiones particulares del corazón. Los estados cardiológicos, gráficamente, se traducen en diferentes características en el trazado de un electrocardiograma. Estas características se componen de una serie de ondas que se repiten cíclicamente con cada latido. Estas ondas son: P, Q, R, S, T y ocasionalmente U, al conjunto de las ondas Q, R y S se les denomina Complejo QRS. En la Figura 1 se muestra el trazado del electrocardiograma.

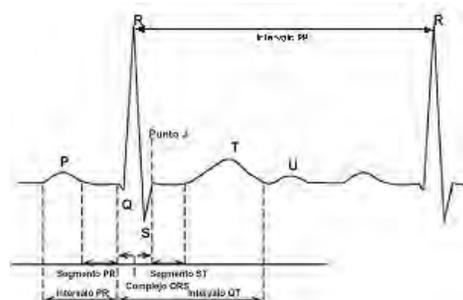


Figura 1. Trazado de un electrocardiograma.

Clínicamente el médico evalúa el trazado del electrocardiograma para emitir un diagnóstico. Lo que el médico observa en el trazado es que se presenten todas las ondas, su amplitud y eje eléctrico, y además realiza la medición de ciertos intervalos y segmentos que se obtienen a partir de las ondas antes mencionadas. La medición del intervalo QT tiene una importancia muy relevante ya que constituye el estándar de oro en la evaluación de los efectos de los medicamentos en la repolarización ventricular (Hughes, 2004).

Las series de tiempo representan la medición de un fenómeno en un periodo de tiempo. La conformación y análisis de bases de datos de series de tiempo en medicina ha crecido en los últimos años. Una vertiente de estas bases de datos se especializa en el estudio de electrocardiogramas. Las bases de datos de electrocardiogramas se utilizan como herramientas para la investigación y como auxiliares en el diagnóstico. Una de las problemáticas de estas bases de datos, y en general de la mayoría de aquellas donde se involucran series de tiempo, es que cada registro es de gran tamaño, lo cual entorpece su almacenamiento, transmisión y/o procesamiento. Para optimizar estas tareas se han desarrollado algoritmos de compresión que permiten una manipulación más eficiente de la información. Al aplicar algoritmos de

compresión se pueden seguir dos estrategias: compresión sin pérdidas y compresión con pérdidas. Esta última nos ofrece una manipulación más eficiente de los registros, pero por otro lado, puede ocasionar que la señal pierda información valiosa para el diagnóstico médico. Tradicionalmente la calidad de la señal comprimida se evalúa mediante una medida de semejanza como la distancia euclidiana o el PRD (Porcent Root-mean square Difference). En este trabajo proponemos evaluar la calidad de la señal comprimida mediante la medición de sus intervalos característicos a través de los Modelos Ocultos de Markov. El objetivo de este trabajo es encontrar cuál es algoritmo de compresión de series de tiempo que mejor resguarde la calidad diagnóstica de la señal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo se utilizó la base de datos QT del Instituto Tecnológico de Massachusetts disponible a través de Internet en www.physionet.org. Esta base de datos está diseñada especialmente para la evaluación de algoritmos que detectan los puntos significativos del ECG (Laguna, 1997). La base de datos consta de 105 registros de 15 minutos a 250 muestras por segundo realizadas con un ECG Holter. Cada registro tiene entre 30 a 100 latidos con anotaciones de las ondas P, T, U y complejo QRT realizadas por expertos. De cada registro de la base de datos QT se tomaron los primeros 512 valores.

La estrategia a seguir para realizar este proyecto es la siguiente: primero implementaremos los diferentes algoritmos de compresión que se describen más adelante, para luego comparar su calidad a través de la medida de distorsión PRD.

$$PRD = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (x(n) - x'(n))^2}{\sum_{n=1}^N x^2(n)}}$$

donde, N es el tamaño de la serie, x es la serie original y x' es la serie reconstruida.

El siguiente paso es entrenar un Modelo de Markov, a partir de las mediciones anotadas en la base de datos QT. Subsecuentemente hay que realizar la medición de los intervalos sobre las señales comprimidas para posteriormente evaluarlas con las mediciones originales. Por último, se presentará cuál es la representación comprimida de la señal que mejor mantenga la calidad diagnóstica de un electrocardiograma.

Modelos Ocultos de Markov

La detección y clasificación de señales tiene su dificultad en que las señales del mundo real proveen información incierta e imprecisa, por lo que la aplicación de modelos matemáticos para representar estas señales es muy complicada (Lipovetzky, 2004). Cuando la señal es no estacionaria y varía a través del tiempo se puede utilizar un modelo probabilístico para obtener la información de la señal. En el modelo probabilístico la señal se constituye como una serie de estados, donde cada estado tiene diferentes propiedades probabilísticas. Un modelo que ha logrado tratar con estas propiedades es el Modelo de Markov (Vaessen, 2006). En el Modelo de Markov cada estado se define por una o más variables aleatorias discretas y los valores que estas variables pueden tomar son los estados por los que está compuesta la señal que se está representando. En cada instante de tiempo el modelo asume estar en un estado y al recibir las observaciones permanece o cambia de estado según su matriz de transición. Los Modelos Ocultos de Markov (HMM) son aquellos donde los estados no son observables, es decir, los estados no son discretos y se representan por una función probabilística de estado. El Modelo Oculto de Markov se define de la siguiente manera:

$$HMM = (\pi, A, B)$$

donde, π es el vector de distribución del estado inicial, A es la matriz de transición de

estados y B es la matriz de distribución de salida.

El trazado del electrocardiograma forma una serie de características que se repiten cíclicamente. Los estados del HMM se establecen a partir de estas características. Para nuestro trabajo utilizaremos la secuencia de estados definida en (Hughes, 2003), que se constituye por los estados P, B1 (línea base 1), QRS, T, U y B2 (línea base 2). El estado línea base 1 constituye el período del final de la onda P hasta el inicio del complejo QRS y donde no se presenta actividad eléctrica. El estado línea base 2 se presenta desde el final de la onda T o la onda U (cuando exista) hasta el inicio de la onda P, en este estado tampoco hay actividad eléctrica. El modelo propuesto por (Hughes, 2003) se ilustra en la Figura 2.

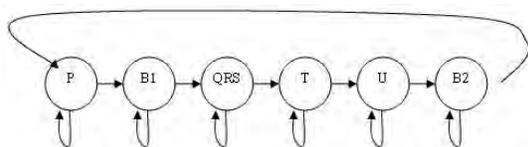


Figura 2. Composición del HMM para un electrocardiograma propuesto por Hughes (2003).

Compresión de electrocardiogramas

El almacenamiento y la transmisión de señales biomédicas adquiere una mayor relevancia en los hospitales. Aunque el almacenamiento digital ya no es tan caro como lo era hace unos años y el poder de cómputo se ha incrementado, la compresión de señales aun es muy atractiva. Las principales razones de esto son que además de incrementar nuestra capacidad de almacenamiento, la compresión de series de tiempo permite el desarrollo de mejores algoritmos para la construcción y el manejo de bases de datos de series de tiempo. Otros factores son, el incremento del uso de dispositivos móviles con recursos de cómputo limitados y la transmisión de señales en tiempo real, Los algoritmos de compresión de series de tiempo se pueden clasificar en dos grupos: los algoritmos de compresión sin pérdidas y los algoritmos de compresión con pérdidas. Para efectos de este trabajo se

utilizarán sólo algoritmos de compresión con pérdidas, porque satisfacen mejor nuestro objetivo de minimizar el almacenamiento y el tiempo de transmisión de los datos. A continuación se describen los algoritmos de compresión utilizados en este trabajo.

Transformada Discreta de Fourier (DFT)

La transformada de una señal es sólo otra forma de representarla, no cambia la información que la misma contiene (Yi and Faloutsos, 2000). La transformada de Fourier divide una señal en una suma de funciones senoidales de diferentes frecuencias e identifica sus amplitudes respectivas. Mediante esta transformada se obtiene el espectro de frecuencias de una señal y se sabe que tanto hay de cada frecuencia en la misma. La transformada discreta de Fourier se aplica para secuencias de duración finitas y potencia de 2, y se define por la siguiente expresión:

$$C(f) = \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{t=1}^n f(t) \exp\left(\frac{-2\pi i f t}{n}\right),$$

donde $f = 1, \dots, n$ e $i = \sqrt{-1}$, $C(f)$ son números complejos que representan la amplitud y traslación en la descomposición de la señal en funciones senoidales. La compresión de una señal mediante la Transformada de Fourier se da manteniendo sólo las frecuencias que aportan mayor información. Regularmente, las primeras frecuencias que corresponden a los primeros coeficientes de la derivada de Fourier son las que mantienen la mayor información de la señal, esto es porque los primeros coeficientes representan la baja frecuencia y es ahí donde la forma de la señal se conserva mayoritariamente (Sripathi, 2003).

Transformada Wavelet Discreta (DWT)

La transformada Wavelet descompone la señal en una suma de ondas finitas llamadas *Wavelets* con diferente escala y traslación.

Las *Wavelets* son ondas que se confinan en lugar específico, que tienen su energía concentrada en el tiempo o el espacio. Entonces DWT se trata de la descomposición de la señal como combinación de un conjunto de funciones base, que son el resultado del escalado y translación de una función *Wavelet* madre (Vincent, 1992). A diferencia de DFT, la representación de la señal con DWT no se da en el dominio de la frecuencia, sino en el dominio tiempo-frecuencia. DWT es una técnica lineal de procesamiento que al aplicarse a una señal representada por un vector D , lo transforma en un vector D' numéricamente diferente conformado por coeficientes *Wavelet*, pero ambos vectores son del mismo tamaño (Laguna, 1994). La compresión se realiza manteniendo, sólo los coeficientes que aporten mayor información. Al igual que en DFT, la práctica común es utilizar los primeros coeficientes. Una señal se expresa mediante DWT por la siguiente ecuación:

$$f(t) = \sum C_{j,k} \psi_{j,k}(t) ,$$

donde ψ es la *Wavelet* madre, $f(t)$ es la señal original, C_{ij} son los coeficientes DWT de $f(t)$, j y k indican la escala y translación respectivamente, y t es el tiempo.

Piecewise Aggregate Approximation (PAA)

Este método fue propuesto por Keogh *et al.* (2000). Un método similar fue propuesto, de manera simultanea por Yi and Faloutsos, (2000) llamado *Segmented Means*. La serie de tiempo es una secuencia de longitud N , PAA reduce esta secuencia a una longitud M , donde $1 < M < N$. Esto lo hace dividiendo la secuencia en secciones de la misma longitud y quedándose con la media de esas secciones. El vector formado por los valores obtenidos compondrá la nueva representación de la serie de tiempo. La siguiente fórmula se utiliza para calcular cada valor de la representación reducida.

$$C(j) = \frac{N}{M} \sum_{i=\frac{N}{M}(j-1)+1}^{\frac{N}{M}j} f(i) ,$$

donde C es la señal comprimida, f es la señal original, N es el tamaño de la señal original, M es el tamaño de la señal comprimida e $i=1, \dots, N$ y $j=1, \dots, M$.

Adaptive Piecewise Constant Approximation (APCA)

Este método de compresión de datos fue presentado por Keogh *et al.* (2001). Ellos plantean la reducción de una serie de tiempo de tamaño N a $2M$. El método consiste en dividir la serie de tiempo en M segmentos, y tomar de cada segmento su valor medio y el valor del tiempo final del segmento. Es decir, dada una serie de tiempo $f = \{c_1, \dots, c_n\}$, su representación de la señal después de aplicarle APCA sería:

$$C = \{ \langle cv_1, cr_1 \rangle, \dots, \langle cv_M, cr_M \rangle \} ,$$

donde, cv_i es la media de los valores que componen el segmento i y cr_i es el valor del tiempo final del segmento i . El algoritmo APCA calcula el tamaño de los segmentos adaptativamente a la forma de la señal.

Self Contained Bit Encoding (SCoBE)

Este método fue presentado por (Vega and Moon (2004). El método propone que la compresión de series de tiempo puede realizarse tanto en la dimensión del tiempo, como en la dimensión del valor. SCoBE produce una representación cuantificada de los datos relativa al rango de los valores encontrados en sus propios segmentos. Por cada segmento se almacenan los valores mínimos y máximos encontrados para determinar el rango. Cada segmento se divide en 2^b celdas, donde b es el número de bits proporcionado por el usuario. Este método primero divide la serie de tiempo en subsecuencias disjuntas, que pueden hacerse

tanto en la dimensión del tiempo o en la dimensión del valor. La segmentación en la dimensión del tiempo puede ser fija o variable. En la segmentación fija sólo es necesario conocer el tamaño de un segmento, mientras que en la variable hay que mantener el tamaño de cada segmento. La segmentación de longitud fija divide una serie de tiempo de longitud N , en s segmentos de longitud e . La segmentación de longitud variable, basa la segmentación en la siguiente función de costo.

$$Q_a(A_b^s(x)) = \sum_{i=1}^s \left(\text{count}_i * \left(\frac{\max_i - \min_i}{2^b} \right) \right),$$

donde count_i es el número de valores contenidos en el segmento i , \max_i y \min_i definen el rango de los datos y 2^b es el número de particiones de cada segmento.

Para la segmentación de una serie de tiempo en la dimensión del valor, adicionalmente a los rangos y longitudes de los segmentos, hay que mantener un mapeo entre los segmentos y los valores. Para encontrar la segmentación óptima en la dimensión del valor, primero se debe ordenar la serie de tiempo f , en orden creciente. En la lista ordenada C se buscarán los segmentos que minimicen la función de costo. Después de encontrar los segmentos, se descarta C y se utiliza f . Cada segmento es particionado en 2^b celdas y cada valor es codificado usando la cadena de bits correspondiente al segmento y la partición a la que el valor pertenezca. Por lo tanto, cada valor es mapeado a una cadena de bits de tamaño $\text{Log}_2(N)+b$, donde $\text{Log}_2(N)$ identifica el segmento que contiene el valor y b identifica la partición dentro del segmento.

RESULTADOS

Los primeros experimentos que se han llevado a cabo son la implementación de la Derivada Discreta de Fourier, y el método APCA. Como se mencionó anteriormente para cada registro se utilizaron 512 valores de la serie original.

Para DFT se restauró la señal a partir de los primeros coeficientes, haciéndose en forma secuencial con 50, 100, 150, 200 y 250 coeficientes. Para APCA se utilizó M con la misma secuencia de valores, donde, M es el número de segmentos en los que se dividió la serie. Para cada registro y determinado número de coeficientes o segmentos utilizados para la reconstrucción se obtuvo la medida de distorsión PRD. Los primeros resultados muestran al método APCA con un rendimiento notablemente superior y estable a DFT comparado mediante PRD. En la Figura 3 se muestra la gráfica con el valor promedio de PRD para los 105 registros de la base de datos QT.

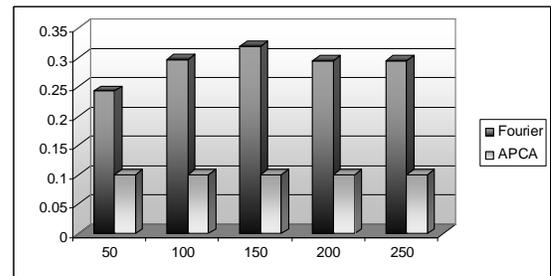


Figura 3. Valores Promedio de PRD para los 105 registros de la base de datos QT, comparados con su reconstrucción a partir de los métodos DFT y APCA respectivamente.

Aunque este proyecto de investigación aun no ha concluido, después de realizar los primeros experimentos podemos concluir que mediante una comparación a través de PRD, el método APCA es mejor para comprimir la señal que DFT con los primeros coeficientes. Sin embargo, el valor de PRD pudiese no ser relevante para la detección de los puntos significativos de la señal, es decir, su valor diagnóstico. La evaluación de cuál entre estos dos algoritmos y los demás que se describen en este documento, es mejor para preservar la información diagnóstica de un electrocardiograma se realizará mediante la implementación de los Modelos Ocultos de Markov, lo cual corresponde a las etapas subsecuentes de esta investigación, según lo estipulado en la metodología.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Universidad Autónoma de Sinaloa a través del programa PROFAPI-2006. También ha sido financiado por el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología. Agradecemos la colaboración del doctor Raúl Morales Cuevas como experto en Cardiología para la evaluación de los resultados.

LITERATURA CITADA

- Casanova, E., “Infarto agudo al miocardio: situación en Región del Maule”. Programa de Investigación Factores de Riesgo de Enfermedades Cardiovasculares (PRIFRECV), Universidad de Talca, Chile, http://pifrecv.otalca.cl/archivos/i_publico/infarto_miocardio.pdf (visitada abril 2006).
- Keogh, E.; K. Chakrabarti, M. Pasan y S. Mehrotra (2000), “Dimensionality Reduction for Fast Similarity Search in Large Time Series Databases.”
- Keogh, E.; K. Chakrabarti; S. Mehrotra y M. Pazzani (2001), “Locally Adaptive Dimensionality Reduction for Indexing Large Time Series Databases”, Department of Information and Computer Science, University of California, USA.
- Hughes, M.P.; L. Tarassenko, y S. Roberts (2003), “Markov Models for Automated ECG Interval Analysis”, Department of Engineering Science, University of Oxford, Reino Unido.
- Hughes, N.P. y L. Tarassenko (2004), “Automated QT Interval Analysis with Confidence Measures”, *Computers in Cardiology*, 765-768 pp.
- Laguna, P.; R. Jane, y P. Caminal (1994), “Automatic detection of wave boundaries in multilead ECG signals: validations with the CSE database”, *Comput Biomed Res*, 1994, 45-60 pp.
- Laguna P.; R. Mark; A. Goldberger, y G. Moody (1997), “A Database for Evaluation of Algorithms for Measurement of QT and other Waveform Intervals in the ECG”, *Computer in Cardiology*, 673-676 pp.
- Lipovetzky, N. (2004), “Modelo probabilístico en CLAM. Reconocimiento musical mediante Modelos Ocultos de Markov”, *Universitat Pompeu Fabra, España*, 16 de diciembre de 2004.
- Sripathi, D. (2003), “Efficient Implementations Of Discrete Wavelet Transforms Using FPGAs”, Tesis de maestría de Florida State University College Of Engineering, USA.
- Vaessen, M. (2006), “An approach to ECG delineation using wavelet analysis and hidden Markov models”, *Maastricht University, Depart-ment of Mathematics and Maastricht Instruments*, 28 september 2006.
- Vega, I.F. y B. Moon (2004), “A Quantization Approach for Efficient Similarity Search on Time Series Data”, *Proceedings of the International Conference on Internet Information Retrieval, Goyang, Korea*, 182 - 189 pp.
- Vincent, L. (1992), “Mathematical Morphology in Image Processing”, Marcel-Dekker editor, New York, 255 – 288 pp.
- Yi, B-K. y C. Faloutsos (2000), “Fast Time Sequence Indexing for Arbitrary Norms”, *Proc. 26th Int'l Conf., on Very Large Databases, Cairo, Egypt*.

II. Biología y Química

COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA Y VARIABILIDAD DE LA COMUNIDAD ZOOPLANCTÓNICA DE LOS EMBALSES ADOLFO LÓPEZ MATEOS “EL VAREJONAL”, JOSÉ LÓPEZ PORTILLO “EL COMEDERO” Y AURELIO BENASSINI VIZCAINO “EL SALTO”, SINALOA, MÉXICO

Arroyo Bustos Gloria*, Rigoberto Beltrán Álvarez y Jesús Sánchez Palacios. Laboratorio de Limnología y Pesquerías de Aguas Dulces, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa. Paseo Claussen s/n Col. Los Pinos, Mazatlán, Sinaloa. C.P. 82000 Tel/Fax 01669 9828656. *glorianabus@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Los ríos de Sinaloa son regulados por la construcción de presas formando embalses de regular tamaño. La mayoría de estas presas se han construido para almacenar volúmenes significativos de agua que posteriormente serán utilizadas para impulsar el desarrollo agropecuario, generar energía eléctrica, prevenir avenidas y sus aguas son aprovechadas en la piscicultura extensiva.

En los embalses “Varejonal, Comedero y El Salto”, se desarrolló una investigación cuyo objetivo principal fue el de realizar un diagnóstico socioeconómico y pesquero, así como determinar el estado trófico, la calidad del agua y contribuir con un listado de las especies zooplanctónicas presentes, ya que el plancton es influenciado por el comportamiento y variación de factores físicos y químicos como la estratificación térmica y su efecto sobre la anoxia en las aguas profundas, así como la concentración y balance de los iones disueltos y los nutrientes, que influyen en la productividad biológica y determinan la producción pesquera.

El zooplancton está representado por *protozoarios*, *celenterados*, *rotíferos*, *briozoarios* y, por algunos *crustáceos* como los *cladóceros*, *copépodos* y *ostrácodos*, así como larvas de insectos, huevos y larvas de peces. Desde el punto de vista trófico, está compuesto por consumidores primarios o herbívoros y consumidores secundarios.

La composición específica del zooplancton puede ser un excelente criterio para caracterizar el estado trófico de los sistemas acuáticos y para deducir la estructura de las

comunidades acuáticas. Las diferencias en el estado trófico se manifiestan claramente en la estructura de la comunidad zooplanctónica y en las relaciones zooplancton-fitoplancton.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los resultados de la presente investigación fueron obtenidos de tres embalses de la región. El embalse José López Portillo, conocido como presa “El Comedero”, ubicada en el Municipio de Cosalá, a los 24° 34'28" de latitud norte y 106° 48'0.5" de longitud oeste. Se construyó a 269.49 m sobre el nivel medio del mar en el cauce del río San Lorenzo, tiene una superficie inundable de alrededor de 9 000 ha y almacena un volumen de poco más de 3 000 millones de metros cúbicos de agua, a su Nivel Máximo Ordinario. La presa “Lic. Adolfo López Mateos,” se encuentra ubicada a 49 Km., al norte de la ciudad de Culiacán, en el sitio conocido como El Varejonal, su cortina se localiza a los 25° 00' -25° 15' LN y 107° 15' -107° 30' LW., es abastecida por los ríos Humaya y Badiraguato, el agua almacenada se usa en el riego y para el funcionamiento de la hidroeléctrica el Varejonal, que tiene una capacidad de 90 000 Kw.

El embalse Aurelio Benassini Vizcaíno, conocido como presa “El Salto”, se ubica en Elota, Sinaloa, a los 24° 10'54", 24° 7'43" de LN y 106° 44'22, 106° 40'24" de LW, sobre el cauce del río Elota, corriente principal que drena sus aguas a este embalse. El clima que prevalece en la región corresponde a cálidos subhúmedos, con régimen de lluvias en verano (García, 1988).

Estos embalses se construyeron para el control de las avenidas, generación de energía eléctrica, actividad agrícola, ganadera, abastecimiento de agua a los pueblos cercanos y, actualmente, sus aguas son aprovechadas en la piscicultura extensiva (Figura 1).

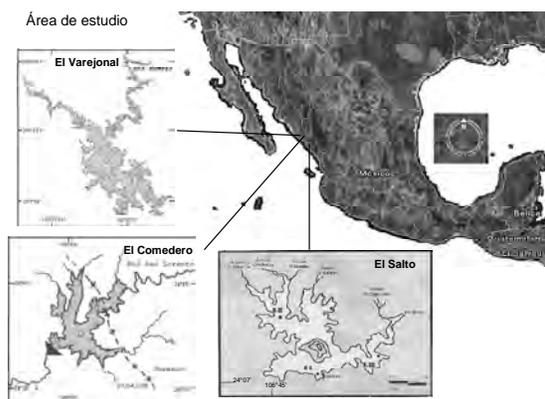


Figura 1. Localización geográfica de los embalses estudiados.

Los organismos analizados, se colectaron en el sitio ubicado como estación Cortina, situado en la zona más profunda del sistema, sitio donde se registraron algunas variables ambientales como temperatura, oxígeno disuelto, transparencia, pH y conductividad registrados *in situ*, la dureza total y la alcalinidad total, se analizaron por la técnica calorimétrica en el laboratorio donde se midieron además los sólidos disueltos totales; los fosfatos, nitritos y nitratos se midieron con un espectrofotómetro, Hach DR 2000.

Los organismos se colectaron con una red Wisconsin, de 30 cm de diámetro, 1 m de largo y malla de 90 micras, los organismos recolectados se colocaron en envases previamente etiquetados, se fijaron con formaldehído, y se conservarán en alcohol glicerinado al 70%. Se separaron con un fraccionador Folsom para el análisis cualitativo y cuantitativo.

La revisión e identificación de los organismos se realizó con un microscopio compuesto y estereoscópico a diferentes magnificaciones, la identificación taxonómica

se realizó utilizando diferentes fuentes bibliográficas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El registro de las variables ambientales en la porción epilimnética donde se realizaron los arrastres de plancton, permitió observar que la temperatura del agua mostró los valores altos de temperatura en verano en los tres embalses y, valores bajos de noviembre a marzo. El oxígeno disuelto presentó sus máximas concentraciones en la porción superficial, en los tres embalses con valores altos en los meses de lluvia de junio a septiembre, los v. El agua de los embalses se clasifica como moderadamente dura, con poca transparencia y altas concentraciones de fosfatos en el Varejonal, lo que sugiere cierto nivel de eutrofia. Los valores de otras variables ambientales observadas se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Datos promedio mensuales de algunas variables ambientales en los tres embalses.

Variable	Unidades	Concentración en Varejonal	Concentración en El Salto	Concentración en Comedero
Temperatura	(°C)	27.5 ± 4.35	27.2 ± 3.54	26.11 ± 3.39
Oxígeno disuelto	(ppm)	7.38 ± 1.52	6.69 ± 2.33	7.86 ± 1.35
Dureza	(mg/l CaCO ₃)	76.32 ± 23.53	67.41 ± 18.10	82.22 ± 15.2
Calcio	(mg/l Ca)	19.41 ± 5.54	18.00 ± 4.99	22.45 ± 5.89
Alcalinidad	(mg/l CaCO ₃)	68.26 ± 22.7	107.82 ± 16.81	72.39 ± 14.7
Conductividad	(micromhos/cm.)	128.34 ± 31.01	186.18 ± 46.85	157.39 ± 27.85
SDT	(ppm)	93.75 ± 25.29	126.36 ± 26.08	97.75 ± 16.52
pH	(unidades de pH)	7.06 ± 0.81	7.63 ± 0.71	7.11 ± 0.55
Nitritos	(mg/l N-NO ₂)	0.025 ± 0.007	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.005
Nitratos	(mg/l N-NO ₃)	0.217 ± 0.107	0.26 ± 0.22	0.19 ± 0.018
Fosfatos	(mg/l P-PO ₄)	0.469 ± 0.063	0.28 ± 0.44	0.12 ± 0.174
Transparencia	(m)	1.8 ± 0.79	1.9 ± 0.88	1.7 ± 0.818

La comunidad zooplanctónica analizada quedó conformada por 34 especies. Los crustáceos que agrupan a copépodos y cladóceros incluyeron diez géneros y doce especies representadas por copépodos en sus fases inmaduras y juveniles, con dos géneros de ciclopoideos *Mesocyclops* y *Acartocyclops* sp., tres géneros y dos especies de calanoideos *Leptodiaptomus* sp., *Arctodiaptomus dorsalis*, *Mastigodiaptomus albuquerqueensis* (Tabla 2).

Tabla 2. Listado taxonómico de la comunidad zooplanctónica examinada en los tres embalses estudiados.

Copépodos	Orden Calanoideo	
	Familia Diaptomidae	
	Género <i>Leptodiaptomus</i> sp.	
	Género <i>Arctodiaptomus dorsalis</i> (Marsh, 1907)	
	Género <i>Mastigodiaptomus albuquerquensis</i> (Herrick, 1895)	
	Orden Cyclopoideo	
	Familia Cyclopoidea	
	Género <i>Mesocyclops</i> sp.	
	Género <i>Acartocyclops</i> sp.	
	Cladóceros	Orden Anapoda
		Familia Daphniidae
		Géneros <i>Daphnia lumholtzi</i> (Sars, 1885), <i>leavis</i> (Birge, 1878) <i>mendotae</i> (Hebert, 1995)
		Géneros <i>Ceriodaphnia lacustris</i> (Birge, 1893).
		Orden Ctenopoda
		Familia Sidae
Género <i>Diaphanosoma birgei</i> (Korinek, 1981)		
Familia Bosminidae		
Géneros <i>Bosmina longirostris</i> (O.F. Müller, 1785)		
Familia Moinidae		
Géneros <i>Moina</i> sp.		
Rotíferos		Orden Plouma
		Familia Brachionidae
		Sub familia Brachioninae
		Género <i>Brachionus bidentata</i> (Anderson, 1899) <i>calyciflorus</i> (Pallas, 1866) <i>falcatu</i>
	Género <i>Keratella americana</i> (Carlin, 1943) <i>cochlearis cochlearis</i> (Gosse 1886) <i>quadrata</i> (Muller, 1786)	
	Género <i>Lepadella</i> sp.	
	Género <i>Colurella</i> sp.	
	Género <i>Euclanis</i> sp.	
	Familia Asplanchnidae	
	Género <i>Asplanchna</i> sp.	
	Familia Testudinellidae	
	Género <i>Testudinella</i> sp.	
	Familia Synchaetidae	
	Género <i>Polyarthra</i> sp.	
	Familia Conochilidae	
Género <i>Conochilus unicornis</i> (Rousselet, 1982).		
Protozoarios	Orden Dinoflagellida	
	Familia Peridiniidae	
	Género <i>Ceratium hirundinella</i> (Muller)	
	Género <i>Pleodorina</i> sp. <i>Eudorina elegans</i> (Ehrenberg, 1832)	
	Género <i>Codonella</i> sp.	
	Género <i>Diffugia</i> sp.	
	Orden Peritrichida	
Familia Vorticellidae		
Género <i>Zoothamnium</i> sp.		

leavis, *D. galeata mendotae* y *D. lumholtzi*. Los rotíferos exhibieron diez géneros y quince especies *Keratella americana*, *K. cuclaris cuclaris*, *K. tropica*, *K. cuadrata*, *Brachionus bidentata*, *B. calyciflorus*, *B. fulcatus*, *Filinia* sp., *Lepadella* sp., *Colurella* sp., *Euclanis* sp., *Asplanchna* sp., *Testudinella* sp., *Polyarthra* sp., *Conochilus unicornis*. Los protozoarios fueron representados por seis géneros y seis especie *Ceratium hirundinella*, *Codonella date-na*, *Diffugia* sp., *Zoothamnium* sp., *Pleodorina* sp. y *Eudorina elegans*; y se observó un género de hidracarinas. Para los cladóceros y los rotíferos, en general los organismos se identificaron en su fase adulto y en la mayoría de las especies la talla registrada, osciló entre 0.5 y 1.0 mm de longitud total. En el caso de los cladóceros, *Daphnia lumholtzi* sobresale de la mayoría de las especies de este grupo, los organismos observados presentaron tallas grandes que fluctuaron entre 1.5 y hasta más de 2 mm de longitud total. Para esta especie se observaron organismos adultos con embriones, al igual que hembras con epipios en todos los meses analizados, en los tres embalses (Tabla 3).

En el caso de los copépodos las tallas de los organismos fueron variable de los ciclopoideos uno con 0.9 mm de longitud total y *Mesocyclops* sp., con 1.5 mm de talla en organismos adultos. Para los calanoideos las dos primeros especies citadas se registraron organismos adultos con tallas de 1,0 mm y de 2.0 mm de longitud total para *M. albuquerquensis*. Con cinco géneros y siete especies los cladóceros quedaron representados por: *Diaphanosoma birgei*, *Ceriodaphnia lacustris*, *Bosmina longirostris*, *Moina* sp., *D.*

Tabla 3. Presencia de las especies en los tres embalses.

Grupo	Género y especie	El Salto	Varejonal	Comedero
Copépodos	<i>Leptodiaptomus</i> sp.	P		P
	<i>Arctodiaptomus dorsalis</i>	P	P	P
	<i>Mastigodiaptomus albuquerquensis</i>	P	P	P
	<i>Mesocyclops</i> sp.	P		P
	<i>Acantocyclops</i> sp.			
Cladóceros	<i>Daphnia lumholtzi</i>	P	P	P
	<i>Daphnia leavis</i>	P		P
	<i>Daphnia galeata</i>			P
	<i>Ceriodaphnia lacustris</i>	P	P	P
	<i>Diaphanosoma birgei</i>	P	P	P
	<i>Bosmina longirostris</i>	P	P	P
	<i>Moina</i> sp.	P	P	P
Rotíferos	<i>Brachionus falcatus</i>		P	P
	<i>Brachionus bidentata</i>	P	P	P
	<i>Brachionus calyciflorus</i>	P	P	P
	<i>Keratella americana</i>	P	P	
	<i>Keratella cochlearis cochlearis</i>	P		P
	<i>Keratella quadrata</i>		P	P
	<i>Keratella tropica</i>			P
	<i>Lepadella</i> sp.			P
	<i>Colurella</i> sp.	P		P
	<i>Euclanis</i> sp.			P
	<i>Asplanchna</i> sp.	P		P
	<i>Testudinella</i> sp.	P	P	P
	<i>Polyarthra</i> sp.	P		
	<i>Conochilus unicornis</i>		P	P
<i>Filinia</i> sp.				
Protozoarios	<i>Ceratium hirundinella</i>	P	P	P
	<i>Pleodorina</i> sp.		P	P
	<i>Eudorina elegans</i>		P	P
	<i>Zoothamnium</i> sp.	P		P
	<i>Diffugia</i> sp.		P	P
	<i>Codonella</i> sp.		P	P
Hidracarina	<i>Hydrachna</i> sp.		P	P

(P) = Presente; () = No presente

La comunidad zooplanctónica analizada presentó variación temporal estacional. En los meses fríos diciembre y febrero la riqueza de especies fue mayor, en el Varejonal y en Comedero, ya que se registraron doce especies en diciembre y noviembre respectivamente. En estos meses es cuando se manifiesta la mezcla de agua en el embalse, la temperatura y el oxígeno disuelto, presentan valores homogéneos de la superficie al fondo, tal vez por ello sea mayor la riqueza con respecto a los otros meses. En la presa El Salto, la riqueza se mantiene en nueve especies cinco de los once meses analizados. En el Varejonal la menor riqueza específica se observó en octubre con diez especies registradas, en este mes, la estratificación térmica está próxima a su rompimiento, la temperatura es elevada en la región epilimnética y el oxígeno disuelto se agota en los primeros metros, lo que sugiere que las condiciones no son óptimas para algunas

especies. Algo similar se observó en el Comedero cuando la menor riqueza de especies se observó en abril y julio meses previos a la época de lluvias y en los que se midieron altos valores de temperatura en el epilimnio. En El Salto la menor riqueza de especies se observó en junio y julio, con una condición ambiental similar a la observada en el embalse Comedero.

Algunos investigadores señalan que algunas especies zooplanctónicas son indicadores de eutrofización; López y Serna, (1999) y Andronikova, (1996), mencionan que organismos pequeños como *Bosmina* y *Moina* respectivamente son indicadores de eutrofización.

Estos organismos se observaron en todos los meses analizados en los tres embalses. Díaz Pardo *et al.* (1994), mencionan que los géneros *Keratella*, *Polyarthra*, *Brachionus*, parecen indicar condición de eutrofia, estos tres géneros y *Keratella* con tres especies se registraron en los tres embalses en todos los meses analizados. De acuerdo a lo antes mencionado se puede señalar que por la presencia de organismos zooplanctónicos indicadores de eutrofia, los tres embalses presentan condición de eutrofización.

CONCLUSIONES

- Los valores de temperatura promedio mensual más altos, se registraron en El Varejonal y El Salto.
- El Comedero presentó la mayor concentración promedio mensual de oxígeno disuelto.
- La alcalinidad del agua estuvo dominada por los carbonatos
- El pH osciló cerca de la neutralidad hasta 7.63.
- Los valores de conductividad observados se encuentran en el intervalo para aguas poco mineralizadas.
- Por la concentración de los carbonatos de calcio el agua de los tres embalses quedó clasificada de moderadamente dura a dura.

- El comportamiento de los nutrientes permitió clasificar al embalse como un sistema eutrófico.
- De los tres embalses Comedero fue el de menor valor promedio mensual de transparencia.
- La mayor riqueza específica se observó en Comedero con 31 especies y la menor en Varejonal con 21 especies.
- La presencia del cladóceros de talla grande *Daphnia lumholtzi* estuvo presente en los tres embalses.
- La presencia de organismos indicadores de eutrofización como *Bosmina*, *Moina* y *Ceratium* estuvieron presentes todos los meses en los tres embalses.
- Los tres embalses presentan condición de eutrofización, ya que registran la presencia de organismos indicadores de eutrofia.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo recibió financiamiento de la *Convocatoria 2006* del *Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación de la Coordinación General de Investigación y Posgrado* de la Universidad Autónoma de Sinaloa, con el número de registro *PI-PROFAPI-06-88*. Se agradece la participación en los muestreos de campo de Juan Pedro Ramírez Lozano, Obed Eliu Cota Quintero, Víctor Hugo Martínez, Camilo Flores Solano e Iván Guardado de la Facultad de Ciencias del Mar, UAS.

LITERATURA CITADA

- Adronikova, I.N. (1996), Zooplankton characteristics in monitoring of lake Ladoga. *Hydrobiologia* 322: 173-179.
- Beltrán Á., R., G., A. M., Arroyo B. y Sánchez P. (1995), Estudio limnobiológico de la presa El Salto, Sinaloa, México, I. Comportamiento Hidrobiológico, *An. Esc. Nac. Cien. Biol. Méx.* 41: 211-223.

Díaz-Pardo E.; G. Vázquez y E. López-López (1994), The phytoplankton community as a bioindicator of health condition of Atezca Lake, Mexico, *Aquat. Ecos Health and Manag.* 1: 257-266.

Elías-Gutiérrez, M.; Ciro-Pérez J.; Suárez-Morales E and Silva-Briano M. (1999), The Freshwater cladoceran (orders Ctenopoda and Anamopoda) of Mexico, with comments on selected taxa, *Koninklijke Brill NV, Leiden, Crustaceana* 72 (2): pp. 171-186.

García, E. (1988), Modificación al sistema de clasificación climatológica de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana), UNAM, México, 249 p.

Hebert, P.D.N. and T.J. Finston (1996), A taxonomic revision of North American *Daphnia* (Crustacea: Cladocera) II New species in the *Daphnia pulex* group from the southcentral United States and México, *Can. J. Zool.* 74: pp. 632-653.

Lind, T.O. (1979), *Handbook of Common methods in Limnology* C.U. Mosby Company, 2a. de. 199 p.

López, L.E. y J.A. Serna-Hernández (1999), Variación estacional del zooplancton del embalse Ignacio Allende, Guanajuato, México y su relación con el fitoplancton y factores ambientales, *Rev. Biol. Trop.* 47: 643-657.

Needham, J.G., y Needham, P. R. (1978), *Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces*, Ed. Reverté, España. 131 p.

Pennak, R. (.1978), *Fresh Water Invertebrates of the United States*, 556 p.

Silva-Briano M. and Suárez-Morales E. (1998), The copepoda calanoidea (crustacea) of Aguascalientes State, México, *Scientiae Naturae*, vol. 1. pp. 37-68.

MANEJO INTEGRAL DE AGROPLÁSTICOS EN EL ESTADO DE SINALOA

Alejandro Cruz Hernández*, Jorge Siller Cepeda y Teresa de Jesús Cárdenas Velarde. Facultad de Agronomía. UAS Responsable de programa Campo Limpio. (AMIFAC), Centro de Investigación en Alimento y Desarrollo, A.C. (CIAD) Culiacán, Programa Campo Limpio. (Capacitación y manejo de plaguicidas). Blvd. Villa Ledozón No. 3970 Fracc. Villas del Río, Cp. 80050, Tel. 667 729 75 00. *campolimpio@prodigy.net.mx

RESUMEN

El desarrollo tecnológico para la producción agrícola ha implicado el uso creciente de productos plásticos, en las actividades de campo, transporte y los procesos de industrialización.

Para los fines de este trabajo, se denomina "agroplásticos" a los productos de aplicación directa en campo, como acolchados, mangueras, rafias, barreras y mallasombras; productos que al concluir el ciclo agrícola, se desechan como residuos, sin embargo, al haber estado en contacto permanente con plaguicidas, fertilizantes y otros insumos agroquímicos, se convierten en residuos contaminantes, que impactan la calidad de recursos naturales y la salud de la población rural y jornaleros agrícolas.

En el estado de Sinaloa se cultiva a campo abierto una superficie media anual de 15,000 ha de hortalizas que demandan productos agroplásticos; éstos representan un peso medio de 420 k/ha. La cantidad anual de agroplásticos de desecho es de cuando menos 6,000 ton, de las cuales únicamente un 9% se recupera para reciclaje, el resto se abandona o incinera a campo abierto.

La evaluación de los residuos de plaguicidas en agroplásticos que se usaron en el valle de Culiacán en el ciclo agrícola 2004-2005, indicaron la presencia de 14 productos, en concentraciones variables, que para el caso de rafias y acolchados fueron superiores a 200 ppm, además, impurezas que representaron hasta el 20% del peso total de agroplástico desechado.

Los resultados que se obtuvieron en el mencionado trabajo indicaron la urgencia de estructurar el programa de manejo de agroplásticos que cumpla satisfactoriamente

los siguientes objetivos: a) determinación de contaminantes, b) implementación de técnicas de limpieza en campo, c) acopio y recuperación efectiva de materiales, d) disposición técnica que permita el uso industrial de los agroplásticos de desecho.

INTRODUCCIÓN

En México el uso de agroplásticos, se inició a partir de la década de los ochentas, las regiones de producción hortofrutícola destinada a la exportación fueron las principales demandantes de este insumo; el estado de Sinaloa fue pionero en introducción de plástico para acolchado en terrenos destinados a la producción de chile, tomate y pepino. La solarización de los terrenos se utilizó para reducir la incidencia de plagas y enfermedades, los resultados positivos del uso de plásticos, ampliaron la demanda de éstos, que posteriormente combinaron con tecnologías de fertirrigación, ya que permiten el control eficiente de los niveles de humedad en el área radicular del cultivo y la distribución homogénea de nutrientes y productos plaguicidas para el control fitosanitario (Ramírez V. 1996).

Actualmente se estima que en el ámbito nacional el uso de agroplásticos en cultivos protegidos y campo abierto, cubre una superficie cercana a las 100,000 ha, las principales regiones de aplicación están relacionadas con la producción de cultivos como tomate, chile, pepino, y algunos frutos como la fresa, melón, sandía y frambuesa. Los principales estados en que se utilizan agroplásticos son Baja California Norte y Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Jalisco, Michoacán y Colima; en los estados de México y Morelos estos productos tienen una gran

demanda en la construcción de invernaderos y cultivos bajo mallasombra para producción de flor.

En el estado de Sinaloa el uso de agroplásticos para cultivos a campo abierto cubre una superficie que varía entre las 13,000 y 17,000 ha, siendo los acolchados el principal destino de este insumo; aunque en los últimos años la construcción de invernaderos, y la protección de cultivos con mallasombra ha generado una gran demanda de estos productos, cubriendo una superficie aproximada a las 1,800 ha (CAADES, 2005). Se estima que el volumen anual de plásticos de desechos únicamente en el estado de Sinaloa puede variar entre 6,000 y 8,000 toneladas (Cruz H.A. *et al*, 2003).

Las estrategias para reducir el impacto ambiental de usos de agroplásticos en la agricultura han sido diversas, aunque en términos generales se promueve la recuperación de desechos, la limpieza de éstos y su destino a procesos controlados de reciclaje o incineración. El desarrollo de tecnologías para reducción de emisiones y la aplicación efectiva de la legislación para el monitoreo o vigilancia del manejo de residuos ha sido fundamental. Los países miembros de la Unión Europea promueven la corresponsabilidad en el manejo de desechos, en tanto que Estados Unidos y Canadá dan prioridad a los procesos de destrucción (Cruz H. A. *et al.*, 2003).

La industria fabricante de agroplásticos ha desarrollado tecnologías para reducir calibres e incrementar la resistencia, con lo que se logra reducir el tonelaje de plásticos de desecho (Rodríguez, G. M, 2006). Otras alternativas han implicado el uso de plástico biodegradable (Macua, *et al.*, 2005), aunque las investigaciones en este sentido refieren algunas dificultades relacionadas con el tiempo de biodegradación del producto, y especialmente los altos precios de plástico biodegradables restringen su utilización. También se refiere a la promoción de cultivos orgánicos bajo sistemas de invernadero o malla sombra, lo que reduce la cantidad de residuos tóxicos contenidos en plásticos de

desechos y facilita el reciclado de estos productos reduciendo las restricciones de uso de los productos de reciclaje. (Del Castillo J., *et al.*, 2004).

OBJETIVO

Es objetivo de este trabajo evaluar técnicas de limpieza de agroplásticos, aplicadas en campo, y proponer estrategias de acopio y manejo, que permitan la recuperación de estos productos y agreguen valor para usarlos como materia prima en la industria del reciclaje o en la industria térmica.

METODOLOGÍA

Actividades de campo

a) Selección de material

El trabajo se ha desarrollado en dos etapas: la primera de ellas consistió en la selección de muestras de diversos plásticos que se utilizaron en los cultivos de hortalizas en el valle de Culiacán, en la temporada hortícola 2004-2005.

Se seleccionaron los lotes de cultivo a campo abierto y protegido para la toma de muestras en cultivos de tomate, pepino, chile bell, berenjena y ejote.

Los materiales recolectados se obtuvieron de diferentes áreas del terreno combinando áreas centrales y laterales. Los materiales obtenidos fueron: acolchado, rafias, barreras, mallasombra, manguera y cintilla de equipo de fertirrigación, techos de invernadero, bolsa plástica de sustrato, bolsa de manejo de residuos y desechos vegetales, malla pepinera y clips.

De los materiales obtenidos en campo se mezclaron por tipo de plástico, haciendo una muestra compuesta, se trituró el material y por el método de cuarteo se seleccionó una submuestra de 100 g para someter a análisis de residuos en laboratorio.

b) Análisis de laboratorio

Se aplicó el método para la desadsorción de plaguicidas en materiales inertes desarrollado por el Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas CAADES. Boletín Interno de Laboratorio BIL-LAB/CAADES No. 02 (02-99) en combinación con PAM 302, para las purificaciones correspondientes.

Los plaguicidas presentes en los materiales fueron desadsorbidos mediante lavados sucesivos con solventes orgánicos de diferentes polaridades y determinados cuantitativamente por cromatografía de gases y líquidos (HPLC) mediante la técnica de estándar externo.

Son materiales de pureza certificada (98-99%) de los cuales se ha preparado una solución madre conteniendo de 1-10 mg/ml, de donde a su vez preparan las diluciones de trabajo que van de 0.5 a 1.0 ng/ul y que son utilizadas como estándar externo en el proceso de cuantificación.

Cuadro 1. Muestras por tipo de uso del plástico.

No. de muestra	Material	No. de sub-muestras
MUESTRA 1	Rafia	10
MUESTRA 2	Plástico	4
MUESTRA 3	Bolsa para manejo de residuos vegetales	1
MUESTRA 4	Bolsa de desechos de sustrato de cultivos	1
MUESTRA 5	Bolsa de sustrato Tezontle	1
MUESTRA 6	Acolchado	2
MUESTRA 7	Agribón	1
MUESTRA 8	Techo de invernadero	2
MUESTRA 9	Malla pepinera	2
MUESTRA 10	Barrera	6

Cuadro 2. Contenido de impurezas y contaminantes en agroplásticos.

MUESTRAS	% de Impurezas	No. de contaminantes	Concentraciones máximas (PPM)
Muestra 1 (Rafia)	1.804	14	Chlorothalonil (8123.249)
Muestra 2 (Plástico)	14.601	12	Chlorothalonil (226.449)
Muestra 3 (Bolsa residuos vegetales)	0.237	9	Chlorothalonil (15.012)

No. de muestra	Material	No. de sub-muestras
MUESTRA 11	Clips	1
MUESTRA 12	Cinta de riego	1

Participación social

El proyecto contempla desarrollar las estrategias de cooperación intersectorial: involucrar a los sectores que integran la cadena de valor del agroplástico: el fabricante, el distribuidor y el agricultor que lo usa en campo. También es importante la participación del sector gubernamental, especialmente el sector salud del medio ambiente a fin de que realice la aplicación efectiva de la ley en materia de salud pública y contaminación ambiental.

Actualmente el proyecto cuenta con la colaboración académica y científica de la Universidad Autónoma de Sinaloa, el Centro de Investigación de Alimentación y Desarrollo, A.C. y el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología.

Los agricultores colaboran a través de la representación de sus organizaciones y se cuenta con la participación efectiva de las siguientes empresas: Del Campo y Asociados, S.A. de C.V., Agrícola Chaparral, S.A. de C.V., San Nikos, S.A. de C.V., Agrícola San Isidro, S.A. de C.V. y Agrícolas Gotsis, S.A. de C.V.

RESULTADOS

Resultados del trabajo de manejo de agroplásticos, se refieren a la cantidad de residuos de plaguicidas e impurezas que se obtuvieron de las muestras realizadas en el año 2005, las que se muestran en el siguiente cuadro.

MUESTRAS	% de Impurezas	No. de contaminantes	Concentraciones máximas (PPM)
Muestra 4 (Bolsa de sustrato cultivo)	20.009	4	Endosulfan total (2.10)
Muestra 5 (Bolsa de sustrato tezontle)	11.895	4	Chlorothalonil (647.422)
Muestra 6 (Acolchado)	23.919	8	Permetrina (63.483)
Muestra 7 (Agribón)	0.657	3	Permetrina (7.697)
Muestra 8 (Techo de invernadero)	0.287	7	Endosulfan total (20.347)
Muestra 9 (Malla pepinera)	0.149	8	Endosulfan total (2.828)
Muestra 10 (Barrera)	1.349	12	Chlorothalonil (37.811)
Muestra 11 (Clips)	0.540	8	Dicloran (1.369)
Muestra 12 (Cinta de riego y manguera)	11.194	5	Endosulfan total (9.475)

CONCLUSIONES

La cantidad y número de productos plaguicidas contenidos en los agroplásticos analizados indican concentraciones significativas, especialmente en los residuos de chlorothalonil, contenidos en rafias, plásticos, y bolsas de sustrato, por lo que estos materiales no deben ser incinerados ni abandonados a campo abierto.

La presencia de impurezas para el caso de acolchados y bolsas de sustratos llegaron a representar hasta 24 % del peso del material, lo que implica que el impacto ambiental derivado de la incineración implica la destrucción del suelo en proporción relativa hasta el 20% de los materiales.

El manejo de los agroplásticos debe realizarse verificando las cantidades de contaminantes presentes en ellos, es recomendable que se apliquen técnicas de limpieza en campo, que reduzcan la cantidad de contaminantes en impurezas y que eviten el transporte de éstos fuera de los terrenos agrícolas, reduciendo así efectos contaminantes.

El manejo de agroplásticos de desecho debe integrar una mayor participación de empresas fabricantes y distribuidoras que asuman la parte de costos que les corresponda.

Hace falta una participación más activa del sector gubernamental en materia de salud pública, SSA, y protección ambiental,

Semarnat, Profepa, para la aplicación efectiva de la legislación vigente en esta materia.

AGRADECIMIENTOS

La ejecución de este trabajo se realizó gracias a la aportación económica del Programa PROFAPI – 2006 de la Universidad Autónoma de Sinaloa, así como la colaboración del Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo, (CIAD, Culiacán), en cuyo laboratorio de residuos tóxicos se procesaron las muestras, también se agradece el apoyo de la Confederación de Asociaciones Agrícolas del estado de Sinaloa y la disposición de las empresas agrícolas miembros de la Asociación de Agricultores del Río Culiacán, que facilitaron materiales plásticos para la determinación de residuos tóxicos.

LITERATURA CITADA

- CAADES (2005), Comisión de Investigación y Defensa de las Hortalizas, Coordinación de Investigación.
- Cruz H.A.; Guzmán S.J.; Cárdenas V.T.; Ruiz Q.F. (2003), Alternativas para el manejo de residuos plásticos e inorgánicos derivados del proceso de producción agrícola en el estado de Sinaloa, Segundo Foro Estatal de Ciencia y Tecnología, Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología, Sinaloa, México.
- Cruz H. A. (2003), Estrategias para el manejo de envases de plaguicidas en el valle de Culiacán, Universidad Autónoma de

- Chapingo, Plaguicidas en acolchados y plásticos usados en cultivos hortícolas en el valle de Culiacán, Reporte de Investigación.
- Del Castillo J. A.; Uribarri A. Sádaba; Aguado G.; De Galdeano S. Cultivo Ecológico en inver-nadero, Revista Navarra Agraria No. 152. España.
- Macua J. I. Lahoz I. Calvillo S., Garnica J., Santos A. y Díaz Enrique (2005), Utilización de acolchados plásticos, Revista Navarra Agraria No. 156. España.
- Ramírez V. J. (1996), *La solarización del suelo: Un método sencillo para controlar patógenos y malas hierbas*, Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Agronomía, Culiacán, Rosales, Sinaloa.
- Rodríguez G.M. 2006. Reducción de los calibres en el acolchado agrícola, Memoria Programa de Conferencias, Expoagro Sinaloa 2006
- Cruz H.A; Siller C. J.; Cardenas V.T. J. (2005), Evaluación de residuos.

ESTUDIO TAXONÓMICO Y DEFINICIÓN DEL CICLO BIOLÓGICO DE *GNATHOSTOMA* EN SINALOA, MÉXICO

Sylvia Páz Díaz Camacho¹, María del Carmen de la Cruz Otero¹, José Guadalupe Rendón Maldonado, Héctor Samuel López Moreno¹, Samuel Campista León¹, Magda Luz Zazueta Ramos¹, Roberto Guzmán Loreto¹, Josefina Sicairos Félix¹, Edith Hilário Torres Montoya², Sergio Sánchez Gonzáles², Virginia León Regagnon³ Silvia Antuna Bizarro⁴, Lilia Robert Guerrero⁴ y Kaethe Willms Manning⁴

¹Facultad de Ciencias Químico Biológicas y ²Escuela de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Ciudad Universitaria s/n. Tel. +(667)752-04-60

³Instituto de Biología y ⁴Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México.

*spdiazc@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

La gnathostomosis es una zoonosis parasitaria ocasionada por diversas especies de nemátodos del género *Gnathostoma*. En el hombre, esta parasitosis se caracteriza por la aparición de un síndrome de *Larva migrans* con manifestaciones cutáneas oculares, viscerales, neurológicas, o bien una combinación de ellas (1). La enfermedad se adquiere por la ingestión de carne cruda o insuficientemente cocida de peces de agua dulce o salobre infectados con larvas de tercer estadio avanzado (L3A) de *Gnathostoma*. El ciclo vital del parásito es complejo, los hospederos definitivos que albergan a los adultos, son mamíferos silvestres o domésticos como tigres mapaches, tlacuaches, jabalíes, gatos, perros, cerdos, entre otros. Los mamíferos infectados eliminan huevos del parásito en las heces que contaminan cuerpos de agua dulce o salobre, donde eclosionan y liberan una larva de segundo estadio (L2) que es ingerida por copépodos; éstos sirven de alimento a los peces y en su tejido muscular la larva alcanza el tercer estadio avanzado (L3A), forma infectante para el hombre quien es un hospedero accidental (2). De acuerdo a la cadena alimenticia, una gran diversidad de anfibios, reptiles, aves y mamíferos pequeños pueden actuar como hospederos paraténicos, lo que posibilita la dispersión del parásito hacia diferentes ecosistemas. Existen 13 especies de este género taxonómicamente validadas (Tabla 1) las cuales se han identificado en hospederos naturales localiza-

dos en Asia, América, Europa y Oceanía. La gnathostomosis humana sólo es endémica en Asia y América pero en los últimos años ha afectado a individuos de algunos países de Europa y África, situación que podría estar asociada al aumento de viajes internacionales, migraciones, intercambio cultural y al gusto creciente por los alimentos exóticos preparados con carne cruda de pescado (3-7).

Tabla 1. Especies de *Gnathostoma* identificadas en hospederos naturales y su distribución en el mundo.

Especies	Localización
<i>G.americanum</i>	América del Sur
<i>G. binucleatum</i>	Norteamérica
<i>G. brasiliense</i>	Brazil
<i>G. doloresi</i>	Asia, Oceanía
<i>G. hispidum</i>	Asia, Europa
<i>G. lamothei</i>	Norteamérica
<i>G. malaysiae</i>	Malasia, Tailandia
<i>G. miyasakii</i>	Norteamérica
<i>G. nipponicum</i>	Japón
<i>G. procyonis</i>	Norteamérica
<i>G. spinigerum</i>	Asia, Oceania
<i>G. turgidum</i>	América (Norte, Central y Sur)
<i>G.vietnamicum</i>	Vietnam, Tailandia

En América, sólo México y Ecuador presentan la enfermedad de forma endémica, pero recientemente se han detectado casos aparentemente autóctonos en Perú (8). En México, se han identificado cuatro de las 13 especies de *Gnathostoma*: *G. procyonis*, *G. turgidum*, *G. binucleatum* y *G. lamothei* (9); se ha propuesto que *G. binucleatum* puede ser

una de las especies responsables de gnathostomosis humana. Aunque la frecuencia real de la gnathostomosis en nuestro país se desconoce porque su registro no es obligatorio para la Secretaría de Salud, a través de trabajos de investigación se ha evidenciado que en diferentes estados de nuestro país, el consumo de platillos como “cebiche” y “callos” se ha relacionado con más de 9,000 casos de gnathostomosis cutánea, 11 oculares y 5 viscerales (10-18). Las áreas endémicas se localizan en seis estados, cuatro de ellos localizados a lo largo de la costa del Océano Pacífico (Sinaloa, Nayarit, Guerrero y Oaxaca), y dos más, hacia el Golfo de México (Veracruz y Tamaulipas). También se han detectado casos en el centro del país donde la población ingiere pescado proveniente de áreas endémicas. En Sinaloa, a través de diversos estudios realizados en nuestro laboratorio se ha demostrado que la gnathostomosis constituye un serio e importante problema de salud pública (10-12). En este trabajo se propone avanzar hacia la identificación de la especie de *Gnathostoma* que afecta la salud de la población sinaloense y de los hospederos naturales que lo albergan, para arribar a la definición de su ciclo biológico en nuestra región. Estos conocimientos permitirán llevar a cabo medidas efectivas para el control de esta parasitosis emergente en Sinaloa y en México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las áreas de estudio se ubicaron en el centro y sur del estado de Sinaloa, en donde se colectaron con instrumentos de pesca 14,647 ejemplares de 10 especies de peces de agua dulce y salobre (5,801 en el centro y 8,846 en el sur). También se capturaron 578 aves ictiófagas, 12 reptiles, 16 anfibios y 18 mamíferos silvestres mapaches (*Procion lotor*) y tlacuaches (*Didelphys virginiana*) y se recolectaron por arrastre de malla, muestras de agua/zooplancton, para identificar el primer hospedero intermediario (crustáceos).

La búsqueda de larvas L3A de *Gnathostoma* en peces, aves, anfibios y reptiles se realizó mediante el método de transluminación y microscopía estereoscópica, comprimiendo entre dos placas de vidrio, fragmentos de tejido muscular esquelético disecado a partir de los especímenes que previamente fueron pesados, medidos y clasificados taxonómicamente. Después de registrar los datos morfométricos de las especies recolectadas, las larvas L3A aisladas, se prepararon para ser procesadas mediante técnicas de microscopía electrónica de barrido y de biología molecular.

Los mamíferos silvestres, después de ser clasificados se disecaron para analizar el aparato digestivo, hígado y bazo. Los parásitos adultos de *Gnathostoma* y las larvas L3A recuperadas de los peces y aves, después de ser lavados exhaustivamente con isotónica se fijaron con Karnovsky y se lavaron posteriormente con solución amortiguada de cacodilato. Los estudios de microscopía electrónica de barrido se realizaron en la Facultad de Medicina de la UNAM. Otro grupo de muestras, se preservaron en alcohol absoluto para ser procesados por medio de técnicas de biología molecular en el Instituto de Biología de la UNAM. El ADN se extrajo usando las técnicas convencionales de fenol-cloroformo y posteriormente se utilizó la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) para la amplificación del segundo espaciador interno del ADN ribosomal (ITS2) y una sección de la subunidad larga (28S) que incluye las regiones variables D1 y D2. Los productos de la PCR se secuenciaron y las secuencias así obtenidas se alinearon usando el programa de cómputo Bioedit. Se calcularon porcentajes de divergencia genética y en algunos casos se efectuaron análisis de máxima parsimonia utilizando PAUP4.Ob4a. El resultado de los estudios morfológicos y de biología molecular, hará posible la identificación de la especie de *Gnathostoma* que tiene establecido su ciclo biológico en nuestro estado.

RESULTADOS

En el área central los 5, 801 especímenes de peces analizados se encontraron libres de larvas L3A de *Gnathostoma*, sin embargo, en el área sur, en 8,846 peces se encontró que el 16.32% (1,444) mantenían una gran cantidad de larvas enquistadas en el tejido muscular esquelético (Fig. 1). Las especies de peces parasitadas incluyeron a: *Eleotris picta* (“mera” o vieja de río”), *Gobiomorus sp* (“machuro” o “abomo”), *Arius guatmalensis* (“chihuil”), *Cichlasoma beani* (“mojarra nativa”), *Dormi-tator latifrons* (“puyeque”), *Oreochromis sp* (mojarra tilapia”) y *Centropomus nigrescens* (“robalo”).

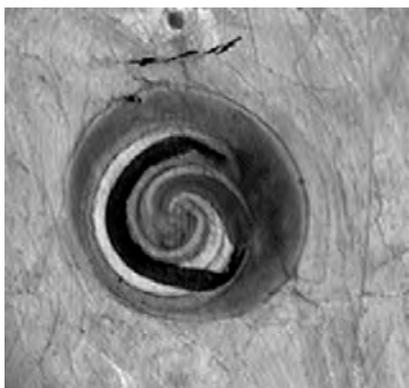


Figura 1. Fragmento de tejido muscular esquelético de pescado, analizado por transluminación y microscopía óptica, que muestra una larva enquistada L3A de *Gnathostoma*.

En el caso de las aves ictiófagas que son hospederos paraténicos de *Gnathostoma*, de los 558 especímenes estudiados, en las áreas centro y sur se encontraron parasitados 59 y 6 de ellos, respectivamente. Las especies parasitadas fueron: *Ardea herodias*, *Chochlarius chochlarius*, *Anhinga anhinga*, *Nycticorax nycticorax*, *Phalacrocorax auritus*, *Phalacrocorax olivaceus*, *Egretta alba*, *Egretta thula*, *Pelecanus erythrorhynchos* y *Pelecanus occidentalis*. Esta última especie no había sido registrada anteriormente como hospedero natural de *Gnathostoma*; también una especie de tortuga, *Trachemys scripta* se encontró infectada con larvas L3A del parásito. Respecto

a la investigación de hospederos definitivos, *Procion lotor* (“mapache”) no estuvieron infectados pero los ejemplares de *Didelphys virginiana* (“tlacuache”), presentaron en cavidad gástrica, bazo e hígado, adultos hembras y machos de *Gnathostoma* en diferentes etapas de madurez. La mayor proporción de parásitos se encontró formando cavidades parasitarias con uno o dos parásitos en la mucosa gástrica (Fig.2).

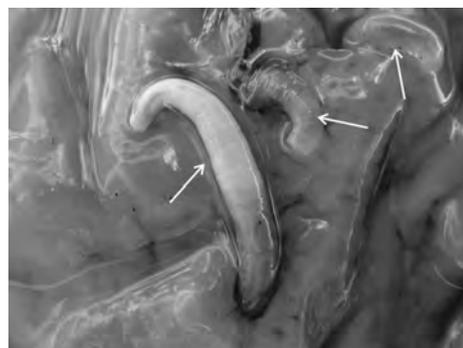


Figura 2. Parásitos adultos de *Gnathostoma* en cavidad gástrica de *Didelphys virginiana* capturado en Sinaloa, México.

Los parásitos midieron entre 3 y 6 cm de longitud, presentaron un bulbo cefálico con 9-10 hileras de ganchos y aproximadamente dos tercios de su cuerpo estuvo cubierto de espinas cuticulares de diferente forma, tamaño y disposición. Las espinas más alejadas del bulbo se observaron más pequeñas y unidentadas a diferencia de las más cercanas que presentaron forma de hoja con un promedio de 1 a 8 proyecciones digitiformes (Figura 3).

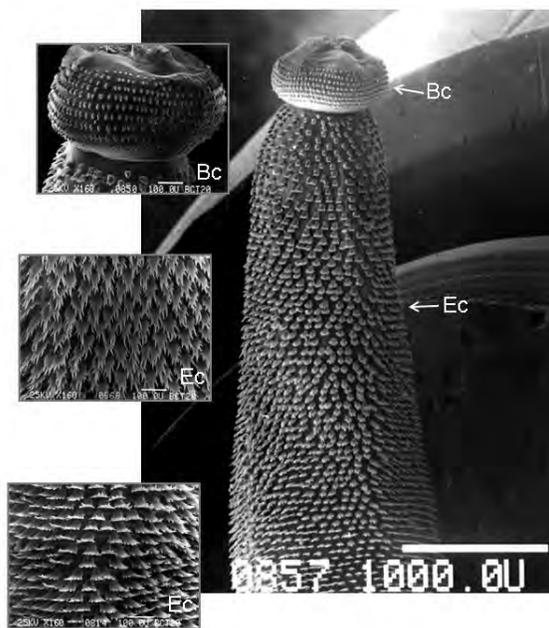


Figura 3. Micrografía electrónica de barrido de la porción anterior de un adulto de *Gnathostoma* aislado de *Didelphys virginiana* en el estado de Sinaloa. Bc, bulbo cefálico; Ec, espinas cuticulares.

Los datos morfométricos de microscopía óptica y electrónica así como los de biología molecular recabados hasta ahora, indican que la especie de *Gnathostoma* aislada de los hospederos intermediarios y definitivos estudiados, es diferente a *Gnathostoma binucleatum*, especie identificada en nuestro país, la cual se ha propuesto como agente causal de la gnathostomosis humana tanto en México como en Ecuador (19,20). En la búsqueda de hospederos intermediarios primarios del parásito, en el análisis del zooplacton obtenido de los cuerpos de agua en estudio, no se han encontrado crustáceos infectados con larvas de tercer estadio temprano (L3T) de *Gnathostoma*.

CONCLUSIONES

La gnathostomosis humana es una parasitosis emergente en nuestro país la cual afecta población ubicada principalmente en los estados de las costas del Océano Pacífico y del Golfo de México (10-19). En Sinaloa la

enfermedad ha presentado prevalencias crecientes desde hace aproximadamente once años y por ello en nuestro laboratorio se ha tratado de estudiar de manera integral el padecimiento; ha sido posible identificar y documentar las manifestaciones clínicas de gnathostomosis cutánea, ocular y algunos casos viscerales, se han desarrollado métodos inmunológicos y parasitológicos para su diagnóstico y se han evaluado medicamentos como el albendazol y la ivermectina para su tratamiento. En este estudio se registran hospederos intermediarios y paraténicos de *Gnathostoma* y por vez primera se identifica un hospedero definitivo, *Didelphys virginiana* (tlacuache) y se aíslan parásitos adultos. Esto ha permitido estructurar el ciclo biológico del parásito en Sinaloa, el cual hasta ahora incluye los siguientes hospederos: *Didelphys virginiana* (hospedero definitivo), siete especies de peces (*Eleotris picta*, *Gobiomorus sp*, *Arius guatemalensis*, *Cichlasoma beani*, *Dormitator latifrons*, *Oreochromis sp* y *Centropomus nigrescens*) como segundos hospederos intermediarios y a 10 especies de aves y una de reptiles como hospederos paraténicos. Asimismo, los datos hasta hoy recabados a través de los estudios morfométricos de microscopía electrónica y de biología molecular, indican que especie de *Gnathostoma* que mantiene establecido su ciclo vital en nuestro estado, es diferente a *G. binucleatum*, especie que, se ha sugerido, es la responsable de los casos de gnathostomosis humana en México y Ecuador (19,20).

El conocimiento del ciclo de vida de *Gnathostoma* y su especie, constituye un importante avance para establecer medidas eficaces para su control tanto en el área de salud pública como en el campo de sanidad acuícola.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento otorgado en la Convocatoria 2006 del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación (PROFAPI) de la

Universidad Autónoma de Sinaloa. Así como los apoyos del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Sinaloa y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México.

BIBLIOGRAFÍA

Daengsvang S. (1980), A monograph on the genus *Gnathostoma* & gnathostomiasis in Thailand, SEAMIC/IMFJ, Tokyo, 1-87.

Miyazaki I. (1991), An Illustrated Book of Helminthic Zoonoses, International Medical Foundation of Japan. Tokio, Japan.

Ando K. (2005), Gnathostomiasis in Japan, *In* Asian Parasitology, vol. 1 Food-borne helminthiasis in Asia (N. Arizono, J.Y. Chai, Y. Nawa & Y. Takahashi, eds), FAP Journal Ltd, Japan, 231-239.

Akahane H.; Setasuban P.; Nuamtanong S.; Horiuchi S.; Koga M. & Kojima S. (1995), A new type of advanced third-stage larvae of the genus *Gnathostoma* in freshwater eels, *Fluta alba*, from Nakhon Nayok, Central Thailand, Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health 26(4), 743-747.

Chai J.Y.; Han E.T.; Shin E.H.; Park J.H.; Chu J.P.; Hirota M.; Nakamura-Uchiyama F. & Nawa Y. (2003), An outbreak of gnathostomiasis among Korean emigrants in Myanmar, Am. J. Trop. Med. Hyg, 69(1), 67-73.

Ollague-Loaiza W. (1985), Gnathostomiasis, VII Monografía del Colegio Iberoamericano de Dermatología, Guayaquil, Ecuador.

Moore D.; McCroddan J.; Dekumyoy P.; Chiodini P. (2003), Gnathostomiasis: An emerging imported disease, Em Infect Dis; 9(6): 647-650.

Enriqueta Villar de Cipriani (2003), Paniculitis migratoria eosinofílica en Perú. *Gnathostoma* como agente causal, Rev Perú Med Exp Salud Pública; 20(4):220-222

Bertoni-Ruiz F.; García-Prieto L.; Osorio-Sarabia D. & Leon-Regagnon V. (2005), A new species of *Gnathostoma* (Nematoda: Gnathostomatidae), in *Procyon lotor hernandezii* from Mexico, J. Parasitol. 91(5), 1143-1149.

Díaz-Camacho S.; Zazueta M.; Ponce E.; Osuna I.; Castro R.; Flores A.; Baquera J.; Willms K.; Akahane H.; Ogata K.; Nawa Y. (1998), Clinical manifestations and immunodiagnosis of gnathostomiasis in Culiacán, México, Am J Trop Méd Hyg; 59(6): 908-915.

Díaz-Camacho S.; Willms K.; Zazueta-Ramos M.; Cruz-Otero, M.C.; Nawa Y.; Akahane H. (2002), Morphology of *Gnathostoma spp* isolated from natural hosts in Sinaloa México, Parasitol Res; 88: 639-45.

Díaz-Camacho, S.P.; Willms K.; Cruz-Otero, M.C.; Zazueta-Ramos M.; Bayliss Gaxiola S.; Castro Velázquez R.; Osuna Ramírez I.; Bojorquez Contreras A.; Torres Montoya E.H.; y Sánchez González S. (2003), Acute outbreak of gnathostomiasis in a fishing community in Sinaloa, México, Parasitol Int; 52:133-140.

Lamothe A. (1999), La gnathostomiasis, Rev Mex. Pat. Clín.; 46(2): 86-91.

Baquera –Heredia J.; Cruz-Reyes A.; Flores-Gaxiola A.; Lopez-Pulido G.; Diaz-Simental E. & Valderrama-Valenzuela L. (2002), Case report: Ocular gnathostomiasis in northwestern Mexico, Am. J. Trop. Med. Hyg, 66(5), 572-574.

Magaña M.; Messina M.; Bustamante F. & Cazarin J.; (2004), Gnathostomiasis: Clinicopathologic, study, Am. J. Dermatopathol, 26(2), 91-95.

Martínez-Cruz J.M.; Bravo-Zamudio R.; Aranda-Patracá A. & Martínez-Marañón R. (1989), La gnathostomiasis en México, Salud Púb. Mex, 31, 541-549.

Ogata K.; Nawa Y.; Akahane H.; Díaz-Camacho S.P.; Lamothe-Argumedo R. & Cruz-Reyes A. (1998), Short report:Gnathostomiasis in Mexico, Am. J. Trop. Med. Hyg, 58(3), 316-318.

Rojas-Molina N.; Pedraza-Sanchez S.; Torres-Bibiano B.; Meza-Martinez H. & Escobar-Gutierrez. (1999), Gnatostomosis, an emerging foodborne zoonotic disease in Acapulco, México, Emerg. Infect. Dis, 5, 264-266.

Almeyda-Artigas, R.J.; (1991). Hallazgos de *Gnathostoma binucleatum* n. sp. (Nemátoda: Spruridea) en felinos silvestres y el papel de peces dulceacuícolas y ologohalinos como vectores de la gnathostomiasis humana en la cuenca baja del Río Papaloapan, Oaxaca, Veracruz, México, An Inst. Cienc. del mar y Limmol UNAM; 18: 137-155.

Almeida-Artigas, R.J.; Bargues M.D.; Mas-Coma S. (2000), ITS-2 rDNA sequencing of *Gnathostoma* spp. (Nematoda) and elucidation of the species causing human gnathostomiasis in the Americas, J Parasitol; 86:537-544.

CRUSTÁCEOS DECÁPODOS DE LA ISLA SAN IGNACIO EN LA BAHÍA DE NAVACHISTE, SINALOA

¹Victor Preciado Rubio, ¹Luis Miguel Flores Campaña, ¹Juan Francisco Arzola Gonzalez, ¹Mónica Anabell Ortiz Arellano y ¹Yecenia Gutiérrez Rubio
Laboratorio de Invertebrados y Ecología del Bentos, Facultad de Ciencias del Mar,
Universidad Autónoma de Sinaloa.
Paseo Claussen s/n, Mazatlán, Sinaloa
elarzola@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La bahía de Navachiste se encuentra en el municipio de Guasave y cuenta con el principal sistema lagunar, con un área aproximada a los 220 km², dentro de esta bahía se observan numerosos esteros, islas e islotes, así como de otras pequeñas bahías como San Ignacio y Macapule.

En la zona intermareal de las islas se encuentran comunidades muy diversas de organismos, donde destacan los invertebrados marinos y en particular, los crustáceos decápodos, entre estos sobresalen los cangrejos violinistas, las jaibas y los ermitaños.

Las investigaciones realizadas acerca de las islas de la bahía Navachiste, son prácticamente inexistentes, en particular lo que se refiere a la fauna que habita en su zona litoral (Vázquez-Cervantes, 2004; Rodríguez-Yuriar, 2004 y Beltrán-Lizarraga y Arce-Rodríguez, 2006). Asimismo, es poco conocido en la región que estas islas forman parte del "Área de protección de Flora y Fauna de las Islas del Golfo de California" (DOF, 07/06/2000). Por lo anterior, el presente estudio aporta la lista taxonómica de los crustáceos decápodos de la isla San Ignacio de la bahía de Navachiste.

MATERIAL Y MÉTODOS

La isla San Ignacio se localiza sobre una barrera de arena, la cual consta de 23 km de largo. Los muestreos correspondieron de enero a noviembre del 2005 y con una periodicidad de muestreo bimestral. Las colectas se realizaron en las mareas bajas y se

establecieron tres estaciones en la zona estuarino-lagunar y tres en la zona marina (Fig. 1).

Las colectas fueron directamente entre las rocas, oquedades, arena y/o raíces del mangle. Los ejemplares se colocaron en bolsas de plástico con datos de campo y se depositaron en hieleras para su traslado al Laboratorio de Invertebrados y Ecología del Bentos de la FACIMAR-UAS. En el laboratorio, se realizó la identificación taxonómica y para ello se utilizaron las claves de Brusca (1980), Gore (1982), Hendrickx (1995) y Martin y Davis (2001), así como a través de la Colección de Referencia de los Invertebrados Bentónicos del Instituto de Ciencias del Mar y limnología de la estación Mazatlán, UNAM.

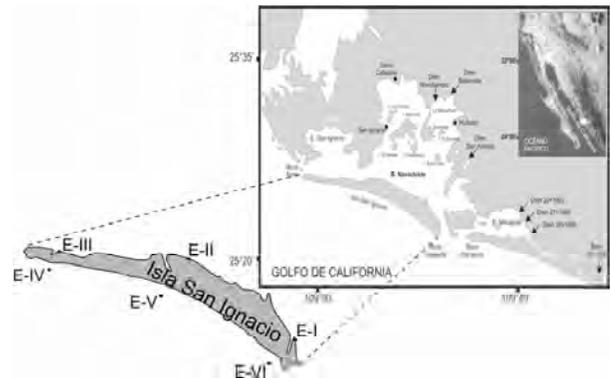


Figura 1. Localización del área de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total se cuantificaron 509 organismos en la isla San Ignacio, los cuales se agruparon en 12 familias, 21 géneros y 27 especies (Tabla 1).

Tabla 1. Listado de familias y especies de crustáceos decápodos en la isla San Ignacio.

FAMILIA	ESPECIE
Portunidae	<i>Portunus asper</i>
	<i>Callinectes arcuatus</i>
	<i>Callinectes bellicosus</i>
	<i>Euphylax robustus</i>
	<i>Euphylax dovii</i>
Callapidae	<i>Arenaeus mexicanus</i>
	<i>Calappa convexa</i>
Xanthidae	<i>Hepatus kossmani</i>
	<i>Panopeus purpureus</i>
Gecarcinidae	<i>Cataleptodius occidentalis</i>
	<i>Cardisoma crassum</i>
Ocypodidae	<i>Ocypode occidentalis</i>
	<i>Uca crenulata</i>
Penaeidae	<i>Litopenaeus vannamei</i>
	<i>Litopenaeus stylirostris</i>
	<i>Sicyonia</i> sp1
Grapsidae	<i>Goniopsis pulchra</i>
	<i>Grapsus grapsus</i>
Majidae	<i>Mithrax armatus</i>
Diogenidae	<i>Petrochirus californiensis</i>
	<i>Clibanarius albidigitus</i>
	<i>Clibanarius panamensi</i>
	<i>Clibanarius digueti</i>
	<i>Clibanarius</i> sp1
Alpheidae	<i>Alpheus</i> sp1
Porcellanidae	<i>Petrolisthes nobilii</i>
Upodebiidae	<i>Upogebia</i> sp1

El orden Decapoda, se distribuyo en cinco subordenes, compuesto por Brachyura con 16 especies, Anomura con seis, Dendrobranchyata con tres y Caridea y Thalassinidea con sólo una (Fig. 2). La caracterización del orden, es común que corresponda a la mayor composición por los braquiuros debido a que estos son comunes en hábitats con condiciones de sustratos rocosos, arenosos, arcillosos y entre las raíces de los mangles.

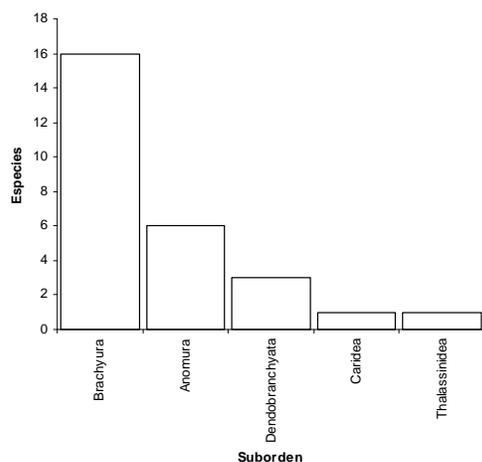


Figura 2. Número de especies de crustáceos decápodos en la isla San Ignacio por suborden del orden Decapoda.

El número de familias registradas en este estudio, se ubicaron por debajo de Hendrickx (1996) pero debido a que incluye el Golfo de California, además González-Medina *et al.*, (1998) en las islas Lobos, Venados y Pájaros de la bahía de Mazatlán, reportaron las mismas familias que el presente. Sin embargo, para estas mismas islas, Peñuelas-Román (2002) difiere al señalar a la familia Dairididae. Mientras Vázquez-Cureño (1985) en la bahía de Topolobampo incluye en su estudio a Philyrinidae, no así en el presente.

Por familia, Portunidae (jaibas) registró el mayor número de especies con seis, obteniendo el 22.2 %, seguida por Diogenidae (ermitaños) con cinco especies, registrando el 18.5 %, mientras las mínimas se observaron en Majidae, Alpheidae y Porcellanidae con sólo una especie (Fig. 3). Estos resultados difieren con Rodríguez-Yuriar (2004) en las islas La Mapachera, Tesobiate, La Huitussera y San Lucas de la bahía de Navachiste, ya que la familia Portunidae no fue reportada al igual que Majidae (cangrejos arañas) y Callapidae (cangrejos tractores), pero sí coincidió con Beltrán-Lizarraga y Arce-Rodríguez (2006) en todas las familias para las islas Guasayeye, Nescoco, Las Chivas y El Metate ubicadas en la bahía de Navachiste.

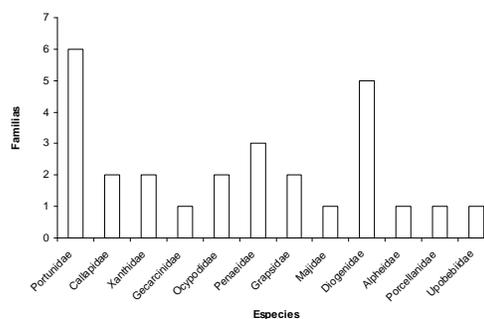


Figura 3. Número de especies por familia de crustáceos decápodos en la isla San Ignacio.

Las especies más representativas fueron *Callinectes arcuatus* con 19.3 %, *Portunus asper* (11.6 %), *Petrochirus californiensis* con 11.0 %, mientras los mínimos porcentajes correspondieron a *Arenaeus mexicanus* y *Ocypode occidentales* en 0.2 %. Algunas de las

especies reportadas aquí, coinciden en ecosistemas similares por Vázquez-Cureño (1985) en la bahía de Topolobampo y por Salgado-Barragán (1993) para el sistema lagunar de Ensenada del Pabellón.

CONCLUSIONES

Los crustáceos decápodos se encuentran consti-tuidos por cinco subordenes y los más representados fueron los brachiuros, su composición fue de 12 familias, 21 géneros y 27 especies. Los portunidos fueron los de mayor registro y la especie más abundante fue *Callinectes arcuatus*.

AGRADECIMIENTOS

Al apoyo financiero por parte del Fondo Mixto Gobierno de Sinaloa-CONACyT. Consejo estatal de Ciencia y tecnología y la Universidad Autónoma de Sinaloa y en las colectas a Julio César Álvarez Rubio.

LITERATURA CITADA

Beltrán-Lizarraga, J.M. y J.C. Arce-Rodríguez. (2006), Carcinofauna de la zona intermareal de las islas Gusayaye, Nescoco, Las Chivas y El Metate de la Bahía de Navachiste, Sinaloa, tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias del Mar, UAS, 46 p.

Brusca, R. (1980), Common intertidal invertebrates of the Gulf California, The University of Arizona Press, Second edition, USA. 513 p.

DOF, 07/06/2000, Acuerdo secretarial que actualiza la categoría de protección de las islas del Golfo de California, *Diario Oficial de la federación* del 7 de junio de 2000, México, D.F.

González-Medina, F.; A. Zepeda-Canizalez; R. Cazarez-García y L. González-Magdaleno (1998), Inventario faunístico de los moluscos y crustáceos decápodos de la zona interna-real de las islas Lobos, Venados y Pájaros de la Bahía de Mazatlán,

tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias del Mar, UAS, 93 p.

Gore, R.H. (1982), Porcellanid crabs from the coast of Mexico and Central America (Crustacea: Decapoda), *Contrib. Zoology*, 363: 1-32 pp.

Hendrickx, M. (1995), Checklist of brachyuran crabs (Crustacea:Decapoda) from the eastern tropical Pacific, *Biologie*, 65: 125-150 pp.

Martin, J.W. y G. E. Davis (2001), An updated classification of the recent crustacean, *Science Series Natural History Museum*, 39: 58-76 pp.

Peñuelas-Román, M. (2002), Distribución y abundancia de crustáceos en las islas Lobos, Venados y Pájaros de la Bahía de Mazatlán, Sinaloa, tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias del Mar, UAS, 68 p.

Rodríguez-Yuriar, E. (2004), Carcinofauna de la zona intermareal de las islas La Mapachera, Tesobiate, La Huitussera y San Lucas de la Bahía de Navachiste, Sinaloa, tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias del Mar, UAS, 46 p.

Salgado-Barragán, J. (1993), Caracterización de las comunidades de macromoluscos y crustáceos decápodos del sistema lagunar de Ensenada del Pabellón, Sinaloa, México: composición, taxonomía, diversidad, abundancia y distribución, tesis de Maestría, Instituto de Oceanografía y Limnología de la UNAM. 165 p.

Vázquez-Cervantes, A. (2004), Crustáceos decápodos de la zona intermareal de las islas de la costa de Sinaloa, tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias del Mar, UAS, 74 p.

Vázquez-Cureño, (1985), Contribución al estudio faunístico y zoogeográfico de los crustáceos decápodos en las zonas intermareales de Punta de Mita, Nayarit, Punta de Piaxtla y Topolobampo, Sinaloa en el sureste del Golfo de California, tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias del Mar, UAS, 115 p.

PALABRAS CLAVE: Crustáceos, zona intermareal, isla San Ignacio.

VARIACIÓN ESPACIAL DE LOS MOLUSCOS DE LA ZONA ESTUARINO-LAGUNAR Y MARINA DE LA ISLA DE SAN IGNACIO, SINALOA

Luis Miguel Flores-Campaña*, Mónica Anabel Ortiz-Arellano, Juan Francisco Arzola-González y Julio César Álvarez Romo. Cuerpo Académico "Gestión Ambiental de Ecosistemas Costeros" (UAS-CA-196), Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa. Paseo Claussen s/n Mazatlán, Sinaloa.
Tel./Fax: (669) 985-02-82. *lcampa@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

La bahía de Navachiste es el sistema estuarino-lagunar más importante del municipio de Guasave, al norte de Sinaloa, con una superficie aproximada de 22,302 hectáreas y conformado por esteros, islas e islotes. Esta bahía está protegida por una barrera arenosa, de aproximadamente 23 km de largo y de 200 m a 2.9 km de ancho, que se conoce como isla de San Ignacio; misma que da lugar a dos bocas de comunicación con el golfo de California, la boca de Ajoro al norte y la de Vasiquilla al sur. La formación de la isla de San Ignacio es de arenas de grano grueso a fino con limos y arcillas, depositadas en antiguas líneas de costa y manglar en su litoral al interior de la bahía de Navachiste.

Esta bahía se caracteriza por su importancia pesquera, así como por la gran diversidad de invertebrados marinos que en ella habitan, entre estos los grupos más notables son los moluscos y crustáceos que en los últimos años han sido estudiados en la zona intermareal de sus islas (Rodríguez-Yuriar, 2004; Vázquez-Cervantes, 2004; Camargo-Sánchez, 2004; Ortiz-Arellano, 2005; Beltrán-Lizarraga y Arce-Rodríguez, 2006). Sin embargo, estos grupos faunísticos no han sido investigados en la isla de San Ignacio, excepto por un listado de las especies de moluscos que habitan en su litoral reciente-mente publicada por Álvarez-Romo *et al.* (2007). El presente trabajo, una continuación del antes mencionado, tiene el propósito de conocer la variación espacial de los moluscos entre la zona estuarino-lagunar y marina de isla de San Ignacio para contribuir en el conocimiento ecológico de este grupo taxonómico y aportar elementos científicos básicos que contribuyan

en el diseño de normas que regulen su aprovechamiento de manera sostenida, dado que estas islas forman parte del "Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California" (DOF, 07/06/2000).

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la isla de San Ignacio, que se localiza geográficamente en los 25° 25' 13" y 25° 26' 34" de latitud norte y 108° 52' 51" y 109° 01' 53" de longitud oeste. Se llevaron a cabo seis muestreos en su zona litoral, durante el periodo de enero a noviembre de 2006, con una colecta cada dos meses durante la bajamar en mareas vivas. Se establecieron seis estaciones de colecta a lo largo de la isla; tres en la zona protegida que presenta condiciones estuarino-lagunares (E-I, E-II y E-III), que se delimitaron utilizando un transecto en banda de 2x25 m (50 m²) colocado en la zona intermareal perpendicular a la línea de costa. Las otras tres estaciones se localizaron en la zona submareal de la parte de la isla expuesta a las condiciones marinas (E-IV, E-V y E-VI), donde se realizaron arrastres a una profundidad entre 8 y 12 m, durante 10 minutos con una red de 12 m de ancho y 2 m de alto (red tipo "chango") en un trayecto paralelo a la línea de costa (Figura 1).

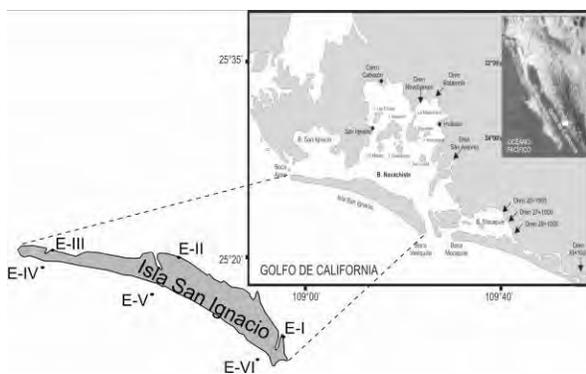


Figura 1. Localización de la isla de San Ignacio, Sinaloa, y ubicación de las estaciones de colecta (E-I, E-II, E-III, E-IV, E-V y E-VI).

En la zona estuarino-lagunar (E-I, E-II y E-III) las colectas fueron directas, estimando visualmente la abundancia y riqueza de los moluscos, mientras que en la zona marina (E-IV, E-V y E-VI) sólo se recogieron los moluscos que aparecieron en las capturas de la red de arrastre. Cada muestra obtenida fue depositada en una bolsa de plástico etiquetada con los datos de la colecta correspondiente (estación, fecha, hora y observaciones) y fueron transportadas en una hielera al Laboratorio de Invertebrados y Ecología del Bentos, FACIMAR-UAS, para su identificación taxonómica, que se realizó utilizando literatura especializada sobre moluscos (Keen, 1971; Abbot, 1974; Villaroel, 1986; Skoglund, 1992; FAO, 1995; Lindner, 2000; Wye, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El elenco taxonómico de los moluscos registrados en la zona litoral de la isla de San Ignacio se compone de tres clases (Bivalvia, Gastropoda y Cephalopoda) y 53 especies distribuidas de manera dispersa tanto en su zona estuarino-lagunar como en su zona marina (Cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución de los moluscos en la zona estuarino-lagunar (E-I, E-II y E-III) y marina (E-IV, E-V y E-VI) de la isla de San Ignacio, Sinaloa.

Especies	Zona						Total
	Estuarino-Lagunar			Marina			
	E-I	E-II	E-III	E-IV	E-V	E-VI	
Bivalvia							
<i>Grandiarcia grandis</i>	1	41	12				54
<i>Anadara (Anadara) tuberculosa</i>			16				16
<i>Mytella guyanensis</i>			1				1
<i>Mytella strigata</i>	1						1
<i>Atrina mauro</i>		2	2			1	5
<i>Isognomon (Melina) janus</i>	3	2					5
<i>Saccostrea palmula</i>	36	21	37				94
<i>Crassostrea corteziensis</i>	32	16	11				59
<i>Carditamera affinis</i>	29	3	10				42
<i>Megapitaria aurantiaca</i>		8					8
<i>Megapitaria squalida</i>	1	2	5				8
<i>Dosinia (Dosinia) ponderosa</i>		3	2		1		6
<i>Chione (Chione) californiensis</i>		23	1				24
<i>Chione (Illicione) subrugosa</i>	24	32	34				90
<i>Chionopsis gnida</i>		1	3				4
<i>Lithophaga plumula</i>		2	5				7
<i>Trachycardium (Mexicardia) panamensi</i>						1	1
<i>Protothaca (Trochaca) grata</i>		1	2				3
<i>Laevicardium elatum</i>		2					2
Gasteropoda							
<i>Diodora digueti</i>		1					1
<i>Nerita (Ritena) scabricosta</i>	8	23	9				40
<i>Nerita (Theliosityla) funiculata</i>	36	25	43				104
<i>Neritina sp</i>	13	38	1				52
<i>Littoraria (Bulmiltorina) aberrans</i>	47	25	39				111
<i>Cerithium (Therichium) stercusmuscarum</i>	46	44	40				130
<i>Crepidula incurva</i>	2	1	3				6
<i>Crepidula onyx</i>	4	2					6
<i>Crucibulum (Crucibulum) lignarium</i>			10		1		11
<i>Crucibulum (Crucibulum) scutellatum</i>		1					1
<i>Crucibulum (Crucibulum) spinosum</i>	17	20	2		3		42
<i>Natica (Naticarius) chemnitzii</i>	2	16	6				24
<i>Hexaplex nigritus</i>		1	1		2		4
<i>Euplura muriciformis</i>	11	27	5				43
<i>Stramonita haemastoma biserialis</i>	2	7					9
<i>Thais (Thaisella) kiosquiformis</i>		23	21				44
<i>Cantharus (Solenosteira) gatesi</i>	1				2		3
<i>Nassarius gallegosi</i>	33	10	8				51
<i>Nassarius luteostomus</i>	31	37	7				75
<i>Oliva (Strophona) spicata melchersi</i>	4	3	9			1	17
<i>Hosmospira maculosa</i>			3			5	8
<i>Cerithiidae (californica)mazatlanica</i>		1	2				3
<i>Melongena patula</i>			2				2
<i>Cantharus(Solenosteira)gatesi</i>						3	3
<i>Ficus verticosa</i>						3	3
<i>Conus (Ximoniconus) perplexus</i>						5	5
<i>Polinices (polinices) bifasciatus</i>						2	2
<i>Semicassis ceticuadrata</i>						1	1
<i>Malea ringens</i>						1	1
<i>Cancelaria (Euclia) casidiformis</i>						5	5
<i>Melampus (Melampus) mousleyi</i>		1					1
<i>Terebra armillata</i>	1	1					2
Cephalopoda							
<i>Octopus (Octopus) digueti</i>	1	1	3				5
<i>Loligo sp</i>				6	4	35	45
Total de organismos	386	467	355	6	13	63	1,290
Total de especies	25	36	33	1	6	12	

Entre las especies arriba enlistadas es notorio un grupo de 12 de ellas que cuentan con uno o dos registros únicamente; por una parte estarían *Mytella guyanensis*, *Mytella strigata*, *Laevicardium elatum*, *Diodora digueti*, *Crucibulum (Crucibulum) scutellatum*, *Melongena patula*, *Melampus (Melampus) mousleyi* y *Terebra armillata*, colectadas en la zona estuarino-lagunar, mientras que por la otra serían, *Trachycardium (Mexicardia) panamensi*, *Polinices (Polinices) bifasciatus*,

Semicassis ceti-quadrata y *Malea ringens*, que se encontraron en la zona marina de la isla.

Según el número de especies registradas para cada una de las clases de moluscos se tiene que los más abundantes fueron los caracoles (Gastropoda) con 32 especies (60 %), seguida por las ostras, almejas y mejillones (Bivalvia) con 19 especies (36 %) y al final los pulpos y calamares (Cephalopoda) con sólo dos especies que representaron el 4 % de las colectas (Figura 2).

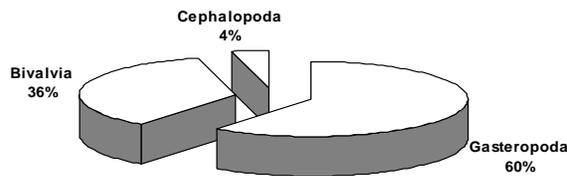


Figura 2. Distribución porcentual de los moluscos en la isla de San Ignacio, Sinaloa.

La distribución de los moluscos a lo largo del litoral de la isla de San Ignacio presenta una contrastante diferencia entre las estaciones de colecta. Es evidente que el mayor número de organismos y especies se obtuvo en la zona estuarino-lagunar de la isla (E-I, E-II y E-III). Mientras que en su parte expuesta a las condiciones marinas (E-IV, E-V y E-VI) los registros fueron escasos; donde sobresale la E-VI con 63 organismos que corresponden a 12 especies diferentes, de las cuales la más abundante fue el calamar (*Loligo* sp) con 45 ejemplares colectados exclusivamente en estas tres estaciones (Figura 3).

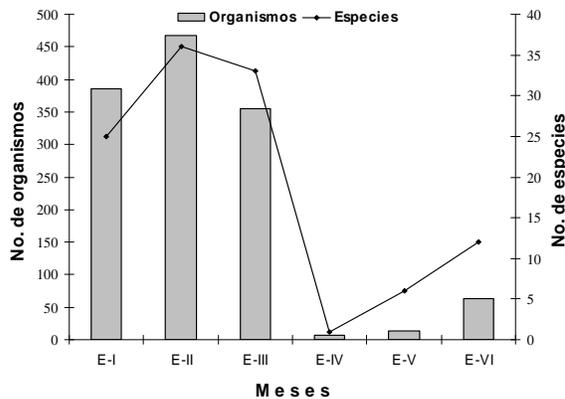


Figura 3. Variación espacial de los moluscos de la isla de San Ignacio, Sinaloa.

La variación espacial de los moluscos del litoral de la isla de San Ignacio sólo se puede examinar con los datos de cada zona de colecta entre sí mismos, y por lo tanto, no es posible establecer una comparación entre la zona estuarino-lagunar con la zona marina, tanto por el método de colecta utilizado como por los resultados obtenidos en cada una de las estaciones.

Al analizar los datos de la abundancia de los moluscos por estaciones en la zona lagunar-estuarina de la isla de San Ignacio (E-I, E-II y E-III), éstos no presentaron una diferencia significativa a través de la prueba de ANAVA de una vía (p de Kruskal-Wallis, $p=0.797$). Por su parte, en la zona marina de la misma isla (E-IV, E-V y E-VI), los resultados indican que estadísticamente no se presenta una significancia (p de t de Student, $p=0.387$).

Grupalmente, el listado taxonómico de los moluscos registrados en la zona litoral de la isla de San Ignacio, presenta una proporción similar al de otros cuerpos insulares y ecosistemas lagunares, en los que se menciona un claro predominio de gasterópodos sobre bivalvos con escasa presencia de cefalópodos, inclusive ocasionales para este último grupo (Salgado-Barragán, 1993; Díaz-Gaxiola y Arzola-González, 1996; Zayas-Estrada y Castillo-Fierro, 1998; González-Medina *et al.*, 1999; Holguín-Quiñones *et al.*, 2000; González-Medina, 2004).

Sin embargo, en cuanto al número de especies los resultados aquí presentados son menores a los registros de otros autores tanto para la zona estuarino-lagunar como marina. Para el ambiente estuarino-lagunar se tiene que Salgado-Barragán (1993) registró 58 gasterópodos, 38 bivalvos, dos cefalópodos, dos poliplacóforos y un escafópodo en la ensenada del Pabellón; Zayas-Estrada y Castillo-Fierro (1998), mencionan 61 gasteropodos, 54 bivalvos, cuatro cefalópodos, tres escafópodos y un poliplacóforo en la bahía de Topolobampo y costas adyacentes. Mientras que para la zona marina se tiene a González-Medina *et al.* (1999), quien registró 52 gasterópodos, 10 pelecípodos y dos poliplacóforos en

las Tres Islas de la bahía de Mazatlán. Son relativamente similares.

En la bahía de Navachiste se tiene que Camargo-Sánchez (2004) registran dos clases y 37 especies en las islas Tesobiate, La Mapachera, La Huitussera y San Lucas, Por parte, Ortiz-Arellano (2005) en las mismas islas junto con Guasayeye, Nescoco, El Metate y Las Chivas registró cuatro clases y 72 especies.

El presente estudio presenta una de las primeras contribuciones al conocimiento taxonómico y ecológico del molusco de la isla San Ignacio de la bahía Navachiste. El elenco taxonómico registrado en el presente trabajo tiene un valor relativamente homogéneo, si se compara con los registros de otros autores para isla y sistema lagunar del Golfo de California.

AGRADECIMIENTOS

La realización del presente proyecto fue posible por el apoyo financiero del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación de la Universidad Autónoma de Sinaloa (PROFAPI-137/06) y el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología.

LITERATURA CITADA

Abbott, R.T. (1974), *American Seashells. The Marine Mollusca of the Atlantic and Pacific Coast of North America*, Van Nostrand Reinhold Co. 2 Ed., New York, 666 p.

Álvarez-Romo, J.C.; Ortiz-Arellano, M.A.; Flores-Campaña, L.M y Arzola-González J.F. (2007), Moluscos de la isla San Ignacio de la bahía de Navachiste, Sinaloa, México, en Ríos Jara, Eduardo *et al.* (editores), *Estudios sobre la malacología y conchiliología en México*, Universidad de Guadalajara y Sociedad Mexicana de Malacología, A.C. 38-40 pp.

Beltrán-Lizarraga, J.M. y J.C. Arce-Rodríguez, (2006), *Carcinofauna de la zona intermareal de las islas Guasayeye, Nescoco, Las Chivas y El Metate de la bahía de Navachiste*, Sinaloa, tesis profesional, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, 42 p.

Díaz-Gaxiola, J.M y J.F. Arzola-González (2000), *Sistema lagunar Topolobampo: inventario faunístico para el establecimiento preliminar como área natural protegida*. Ambiente y Ecología en Sinaloa, 92-96 pp.

Gonzalez-Medina, F.J.; R. Cazarez-García; A. Zepeda-Canizalez y L.A. González-Magdalena (1999), *Inventario faunístico de los moluscos y crustáceos decapados de la zona intermareal de la bahía de Mazatlán*, Sinaloa, México, tesis profesional, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, 93 p.

FAO (1995), *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca, Pacífico Centro Oriental*, vol. I. Plantas e Invertebrados, FAO, Roma, 646 p.

Keen, A.M. (1971), *Sea shells of tropical west America*, Stanford Univ. Press; Ciudad, 2ª edición, 1064 p.

Lindner G. (2000), *Manuales de identificación moluscos y caracoles de los mares del mundo*, Nueva edición, Ed. Omega, Barcelona, 322 p.

Salgado-Barragán, J. (1993), *Caracterización de las comunidades de macromoluscos y crustáceos decapados del sistema lagunar de Ensenada del Pabellón*, Sinaloa, México: composición, taxonomía, diversidad, abundancia y distribución, tesis de maestría, Inst. Ciencias del Mar y Limnol, UNAM.

Skoglund, C. (1991), *Additions to the Panamic Province Bivalve (Mollusca) literature 1971 to 1990*, *Festivus* 22: 1-74.

Skoglund, C. (1992), *Additions to the Panamic Province Gastropod (Mollusca) literature 1971 to 1992*, *Festivus* 24 (Suppl.): 1-169.

Villaroel, M. (1986), *Caracteres utilizados para determinar moluscos*, Mem. II. Reun. Malacología y Conchiliología, Facultad de Ciencias del Mar, UNAM, 88-110 pp.

Wye, K.R. (2000), *The encyclopedia of shells*, Publisher by Chartwell Books, Edison, New Jersey, USA.

Zayas-Estrada, R. y A.L. Castillo-Fierro (1998), *Moluscos de la bahía de Topolobampo y costas adyacentes*, tesis licenciatura, Instituto Tecnológico de los Mochis, 132 pp.

BIOMONITOREO AMBIENTAL POR METALES PESADOS EN SIETE LAGUNAS COSTERAS DE SINALOA: *Crassostrea corteziensis*

Martín Frías-Espericueta¹, Isidro Osuna-López¹, Gabriel López-López¹, Domenico Voltolina-Lobina², Gildardo Izaguirre-Fierro¹, María Lourdes Muy Rangel³, Isaura Bañuelos-Vargas¹, Werner Rubio-Carrasco³, Alberto Cervantes-Atondo¹, Héctor Zazueta-Padilla¹, Librada Sánchez-Osuna¹.

¹Lab. Estudios Ambientales UAS-CIBNOR. Fac. de Ciencias del Mar, UAS. ²Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, A.C. ³Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. friasm@ola.icmyl.unam.mx

INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental puede ser generada por diferentes fuentes. Entre éstas la presencia de metales pesados en concentraciones excesivas es posiblemente la que presenta mayores riesgos para el ambiente, además que para la salud humana, en vista de su persistencia y de la variedad de los compuestos metalorgánicos que se pueden generar en el ambiente acuático, muchos de los cuales poseen un alto grado de toxicidad.

La presencia y la concentración natural de los metales pueden ser modificadas como consecuencia de su uso y movilización por el hombre, cuyos residuos pueden ser acarreados por las aguas de escurrimiento continental como ríos, arroyos y escorrentías superficiales, además que por efluentes domésticos e industriales y transporte eólico, entre otros.

De acuerdo con Páez-Osuna y Frías-Espericueta (2001) los efectos adversos de los metales dependen de las actividades biológicas que afectan. Existe un balance muy delicado entre los organismos y el ambiente, está determinado por la utilización de los metales en algunas reacciones enzimáticas, y por su bioacumulación hasta niveles tóxicos, lo que causa efectos que se caracterizan en general como perturbaciones sobre una amplia variedad de sistemas enzimáticos en los compartimentos intracelulares. Estos efectos han sido observados en los organismos acuáticos y en el hombre mismo (Espina y Vanegas, 1996).

Pequeñas concentraciones de metales pesados no esenciales son suficientes para afectar a los organismos; en el caso de los acuáticos, puede que a ciertos niveles de

concentración ambiental, si bien no causan la muerte, originan problemas fisiológicos y metabólicos que se denominan efectos subletales; entre otros autores, Fingerman *et al.* (1996), Chang (1996), Keen (1996), Costa (1996), Mc Intyre (1973), mencionan los siguientes efectos: cambios en la reproducción, cambios histológicos y/o morfológicos en tejidos, trastornos del comportamiento, cambios en la fisiología como supresión del crecimiento y desarrollo, torpeza para nadar, etc; cambios en la bioquímica del organismo, tales como la actividad enzimática y química de la sangre, efectos teratogénicos y mutagénicos.

En México, Villanueva y Botello (1998) comentaron que existe una tendencia a incrementarse la concentración de metales pesados en la zona costera a pesar de la política nacional de conservar el medio ambiente. La inadecuada planeación y control de los recursos naturales, la rápida industrialización y el crecimiento desordenado de sus principales ciudades, han sido los responsables de los cambios adversos en el ambiente en México. Recientemente, Soto-Jiménez *et al.* (2003) calcularon aportes antropogénicos significativos en el humedal de Chirichahueto, el cual se encuentra asociado al sistema lagunar Altata-Ensenada del Pabellón, y Frías-Espericueta *et al.* (2005) reportan un incremento en el nivel de concentración de metales en el estero de Urías, lo cual confirma las tendencias referentes a incrementos de concentración de estos elementos en las zonas costeras y descritas por Villanueva y Botello (1998).

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar las concentraciones de

cuatro metales pesados (Cd, Cu, Pb, y Zn) en el tejido blando del ostión *Crassostrea corteziensis* en siete sistemas lagunares ubicados en Sinaloa.

MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de marzo 2006 hasta enero 2007 (cada dos meses), se realizaron muestreos en las siete lagunas costeras (Navachiste, Santa María-La Reforma, Altata-Ensenada del Pabellón, Ceuta, Urías, Huizache-Caimanero, Teacapán-Agua Brava) (Fig. 1), con énfasis en coleccionar organismos de talla similar para eliminar el efecto de la talla. En cada laguna se seleccionaron de dos a tres estaciones en función a sus aportes antropogénicos y en cada estación se arrancaron de las raíces de los mangles aproximadamente 100 ejemplares de *C. corteziensis*. Una vez colectados los organismos, éstos se colocaron en recipientes de plástico, se cubrieron con hojas de mangle y se transportaron al laboratorio.

Posteriormente, los organismos se lavaron y se midieron para después abrirlos y obtener el tejido blando. Este fue liofilizado, molido y homogeneizado en un mortero de teflón. De cada estación y cada muestreo se tomaron tres submuestras de 1 g (triplicado) a las que se les añadió HNO_3 para su digestión. Las muestras fueron llevadas hasta sequedad (90°C) y los metales se pusieron en HNO_3 (2M), se centrifugaron, y se analizaron por espectrofotometría de absorción atómica (Frías-Espéricueta *et al.*, 2005^{a,b}).

Todo el material utilizado en la colecta y el análisis de metales pesados fue previamente lavado con ácidos HCL (2M) y HNO_3 (2M) de acuerdo al protocolo descrito por Moody y Lindstron (1977).

El nivel de significancia que se utilizó para todas las pruebas estadísticas que se realizaron en este trabajo y que se mencionan a continuación fue $\alpha = 0.05$ y las pruebas se seleccionaron según fuera el caso, de acuerdo a los criterios de Zar (1996).

Para comparar la concentración media de cada metal calculada para las diferentes

lagunas, se utilizaron pruebas de análisis de varianza de una vía, paramétricas o no paramétricas según las indicaciones de las pruebas de normalidad y de igualdad de varianzas de Lilliefors y de Bartlett, respectivamente. En los casos en los cuales estas pruebas detectaron diferencias significativas, éstas se identificaron mediante las respectivas pruebas de comparaciones múltiples de Tukey o de Dunn, para las pruebas paramétricas o no paramétricas, respectivamente.

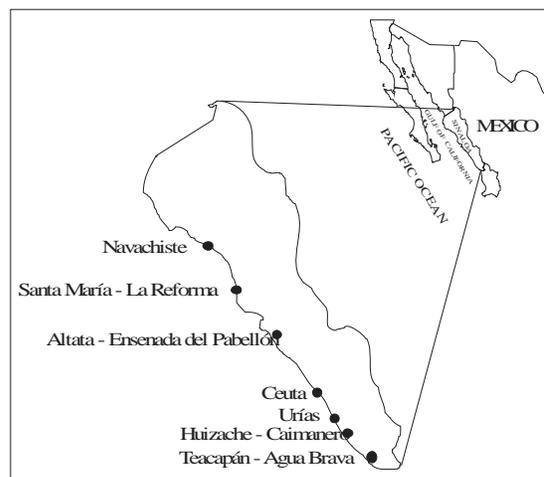


Figura 1. Área geográfica (Sitios de muestreo).

RESULTADOS

Ceuta, Urías, Huizache-Caimanero y Teacapán-Agua Brava

El nivel medio anual de concentración más alta de Cd se determinó en la estación de cospita (Ceuta) con $7.08 \mu\text{g/g}$; mientras que la concentración más baja se observó en la estación de Agua grande (del sistema Teacapán Agua-Brava) con $1.65 \mu\text{g/g}$.

En lo que respecta al cobre, el Estero de Urías fue el que presentó la mayor concentración con $166 \mu\text{g/g}$, mientras que en la estación del Mezcal, en el sistema Teacapán-Agua Brava, se determinó la más baja con $17.5 \mu\text{g/g}$.

El sistema lagunar Teacapán-Agua Brava presentó los valores promedios anuales más

altos de plomo en cada una de sus estaciones muestreadas (9.49 y 9.44 $\mu\text{g/g}$). Por su parte, el sistema Huizache-Caimanero reportó el promedio anual más bajo con 4.23 $\mu\text{g/g}$.

En lo que concierne al Zn, el Estero de Urías reportó el promedio anual más alto con 2304 $\mu\text{g/g}$, un orden de magnitud mayor que los 320 $\mu\text{g/g}$ que se determinaron en la estación del Mezcal, en el sistema Teacapán-Agua Brava.

Navachiste, Santa-María y Altata-Ensenada del Pabellón

El mayor contenido de Cd se registró en los ostiones colectados en la estación Cerro Cabezón de la Bahía de Navachiste (7.61 $\mu\text{g/g}$) y el menor en Las Aguamitas en el sistema de Altata (4.29 $\mu\text{g/g}$). Existen además numerosos traslapes, que en su conjunto indican que en cada sistema existen zonas con diferentes niveles de contaminación por este metal, destacando las estaciones Las Aguamitas y Las Puentes (Altata) como las menos afectadas y Cerro Cabezón, El Colorado (Navachiste) y El Tule (Santa María-La Reforma), que son las que se pueden considerar como posibles áreas de riesgo, tanto ambiental como para la salud de los consumidores de ostión.

Por otra parte, Las Puentes en el sistema de Altata-Ensenada del Pabellón, destaca por los valores elevados de Cu (121.4 $\mu\text{g/g}$), que fueron significativamente mayores de los registrados en las demás estaciones. En efecto, las muestras de todo este sistema destacan por los altos contenidos de este metal, mientras que los valores significativamente menores se encontraron en la estación Huitussi de Navachiste (48.9 $\mu\text{g/g}$) y en la estación Malacataya de Santa María-La Reforma (41.8 $\mu\text{g/g}$).

La estación Huitussi presentó también el menor contenido de Pb (4.12 $\mu\text{g/g}$) y de Zn (350 $\mu\text{g/g}$), en el segundo caso conjuntamente con las muestras de Malacataya, en Santa María-La Reforma. Finalmente, como en el caso del Cu, destacan los altos valores de Zn registrados en las tres estaciones de Altata

que, con la excepción de la comparación entre Tetuán (Altata-Ensenada del Pabellón) (968 $\mu\text{g/g}$) y El Tule (Santa María-La Reforma) (536 $\mu\text{g/g}$) resultaron significativamente mayores de los valores medios calculados para todas las demás estaciones.

Las pruebas de t que se utilizaron para comparar el contenido de los cuatro metales de las muestras colectadas en los muestreos realizados en la temporada de secas con los registros de los dos muestreos de los meses de julio y de octubre (lluvia) demostraron la falta de diferencias estacionales significativas en los sistemas estudiados en el transcurso de este trabajo.

DISCUSIÓN

Existe mucha información sobre el contenido de metales pesados de varias especies de moluscos que se explotan comercialmente en el mundo (Cantillo, 1998). Para los fines de este trabajo se seleccionaron algunas investigaciones en función al nivel de concentración, como los reportados por Apeti *et al.* (2005) como representativos de un área relativamente poco contaminada y de Lauenstein *et al.* (2002) Ferreira *et al.* (2005) para ostiones de aguas consideradas como medianamente contaminadas.

Estos autores seleccionaron a los bivalvos por sus características (sésiles, filtradores, cosmopolitas, abundantes, bioacumuladores, etc.) (Farrington *et al.*, 1983).

Con la excepción del Estero de Urías, todos los datos de Cd encontrados en este estudio fueron superiores al intervalo global, de 0.8 a 3.81 $\mu\text{g/g}$ para Río de Janeiro, Brasil y las áreas más contaminadas de Apalachicola Bay (Florida). Una fuente de Cd a los ecosistemas costeros son los efluentes agrícolas, ya que este elemento se asocia a los fertilizantes que se utilizan durante los cultivos (Frías-Espéricueta *et al.*, 2005b).

Por otra parte, el valor medio del Cu de los ostiones de Urías es el más elevado, cercano solamente al límite superior reportado en las estaciones monitoreadas para evaluar el

estado de contaminación de las aguas costeras de los estados de Carolina del Sur y del Norte (Lauestein *et al.*, 2002;). Las demás estaciones se encuentran en la zona central del intervalo global de valores, de entre 15.4 y 140 µg/g.

Como en el caso del Cd, la principal fuente de Cu a los ecosistemas costeros de Sinaloa son los agroquímicos, ya que Sinaloa cuenta con cientos de hectáreas dedicadas al cultivo agrícola, y donde grandes cantidad de pesticidas, fungicidas y fertilizantes son aplicados para el control de la calidad de los cultivos (Paéz-Osuna *et al.*, 1993).

En el caso del Pb, todos los valores encontrados en el Pacífico mexicano, en este trabajo y en las investigaciones anteriores, coinciden en indicar que éste es motivo de preocupación, en vista que todos los datos exceden ampliamente (aproximadamente un orden de magnitud) los que se seleccionaron como valores de referencia de un estado incipiente o mediano de contaminación.

Varios autores han expresado que estos niveles de Pb en los ecosistemas mexicanos se deben a las emisiones de los motores de combustión interna, ya que las gasolinas de México contenían Pb como agente antidetonante, y estas emisiones, ya sea por transporte atmosférico o por escurrentia, alcanzan la zona costera.

Por último, los niveles de Zn, que por lo demás se considera de bajo riesgo, no resultaron particularmente elevados: solamente en el caso del Estero de Urías el valor medio superó los 2,200 µg/g que se reportó en los ostiones de las Carolinas, sin que ese nivel se considerara un motivo grave de preocupación para la salud humana y ambiental (Lauestein *et al.*, 2002).

Inocuidad alimenticia

Con base en las concentraciones medias de los cuatro metales pesados de cada sistema y utilizando el contenido medio de humedad del tejido blando calculado a partir de todas las muestras analizadas en el transcurso del ciclo anual, se calculó la cantidad de tejido de

ostiión *C. corteziensis* que puede ser consumida diariamente por una persona adulta sin exceder los límites máximos de ingestión de Cd, Cu, Pb y Zn (niveles de consumo recomendable, CMR) recomendados por la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (USFDA, 1993) y la Organización Mundial de la Salud (WHO, 1998, 2004).

Con la excepción del Estero de Urías, el Cd fue el motivo de mayor preocupación, ya que a causa del contenido de este metal se calcularon ingestiones que variaron entre un mínimo de 53 y máximo de 100.7 g/día en el caso de los ostiones de los sistemas de Ceuta y Teacapán, respectivamente.

Por otra parte, si bien en el sistema lagunar Urías el contenido de Cd es notablemente menor y por consiguiente la cantidad de tejido de ostión que podría ser consumida en un día es entre 2.5 y 5 veces mayor, el contenido de Cu es en este caso el factor limitante, con un consumo regular diario que no debería exceder los 120 g/persona/día (Tabla 1).

Tabla 1. Ingestión diaria máxima por persona (en gramos de tejido blando de ostión, peso húmedo) para no superar los niveles de consumo recomendable (CMR en µg/persona/día) de Cd, Cu, Pb y Zn (USFDA, 1993; WHO, 1998, 2004).

Lagunas	Cd	Cu	Pb	Zn
Navachiste	56.7	330	1029	770
Santa María-La Reforma	63.2	372	938	728
Altata-Ensenada del Pabellón	73.2	212	876	388
Ceuta	53.0	393	618	709
Urías	251.1	120	768	130
Huizache-Caimanero	61.7	479	1182	395
Teacapán-Agua Brava	100.7	619	528	558
CMR	55	> 3,000	750	> 45,000

CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados del programa internacional “Mussel Watch”, los niveles de

Cu y Zn encontrados en los ostiones de los cuatro sistemas lagunares representan en ambos casos entre el 10 y el 50% de los valores que se consideran indicativos de un estado de contaminación, mientras que el Cd (con la excepción del sistema de Urías) y en especial el Pb alcanzaron o superaron notablemente los valores críticos, que indican un estado crónico de contaminación (Tabla 2).

Tabla 2. Contenido medio anual de metales ($\mu\text{g/g}$, peso seco) de los ostiones de las siete lagunas. Se resaltan los valores indicativos de contaminación (IC) (Cantillo, 1998).

Lagunas	Cd	Cu	Pb	Zn
Navachiste	6.5	60.5	4.86	389
Santa María	5.8	53.8	5.33	411
Altata	5.0	94.1	5.71	772
Ceuta	6.9	50.9	8.09	423
Urías	1.5	166.4	6.51	2304
Huizache	5.9	41.7	4.23	758
Teacapán	3.6	32.3	9.46	537
IC	3.7	300	3.2	4000

De acuerdo a los valores encontrados en este estudio, parece evidente que es necesario verificar con mayor atención y regularidad el contenido de metales pesados de los organismos acuáticos destinados al consumo humano y que entre estos metales los que ya están alcanzando niveles de riesgo por su elevada concentración son el Cd y el Pb.

Por último, de acuerdo a la información generada, existe una tendencia a incrementarse el nivel de concentración de ciertos metales en los ecosistemas de Sinaloa, lo cual requiere de acciones por parte de todos los usuarios de las zonas costeras.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por los proyectos FOMIX-GOBSIN-CONACYT-2005-CO1-11, UAS-PROFAPI-06-85

LITERATURA CITADA

Apeti, D.A.; Robinson, L. y Jonson, E. (2005), Relationships between heavy metal

concentrations in the american oyster (*Crassostrea virginica*) and metal levels in the water column and sediment in Apalachicola Bay, Florida, Am. J. Env. Sci. 1 (3): 179-186.

Cantillo, A.Y. (1998), Comparison of results of mussel watch programs of the United States and France with worldwide mussel watch studies, Mar. Poll. Bull. 36: 712-717.

Chang, L.W. (1996), Toxicology of Metals, CRC Lewis Publishers, Boca Raton, 1198 pp.

Espina, S. y Vanegas, C. (1996), Ecotoxicología y contaminación, 69-106, en: Vázquez-Botello, A.; Rojas-Galaviz, J.L.; Benítez, J.A. y Zarate-Lomelí, D. (Eds.), Golfo de México, contaminación e impacto ambiental: diagnósticos y tendencias, EPOMEX Serie Científica 5, Univ. Autón. Campeche, México.

FDA. (1993), Guidance documents for trace elements in seafood, United States Food and Drug Administration, FDA Centre for Food Safety and Applied Nutrition, Washington, DC.

Farrington, J.W.; Goldberg, E.D.; Risebrough, R.W.; Martin, J.H. y Bowen, V.T. (1983), U.S. "mussel watch" 1976-1978: an overview on the trace-metal, DDE, PCB, hydrocarbon, and artificial radionuclide data, Env. Sci. Technol. 17: 490-496.

Ferreira, A.G; Machado, A.L.S. y Zalmon, I.R. (2005), Variación espacial y temporal de la concentración de metales pesados en el ostión *Ostrea equestris* en el Noreste de las costas del Río de Janeiro, Brasil, Braz. J. Biol. 65: 67-76.

Fingerman, M.; Devi, M.; Reddy, P.S. y Katyayani, R. (1996), Impact of heavy metal exposure on the nervous system and endocrine-mediated processes in crustaceans, Zool. Studies. 35: 1-8.

Frías-Espéricueta M.G.; Osuna-López J.I.; Estrada-Toledo F.J.; López-López G. y Izaguirre-Fierro G. (2005a), Heavy metals in the edible muscle of shrimp from coastal lagoons located in northwest Mexico, Bull. Environ. Contam. Toxicol. 74: 1098-1104.

Frías-Espéricueta, M.G.; Osuna-López J.I.; Estrada Toledo F.; López López G. and

- Izaguirre Fierro G. (2005b), Heavy metals in the edible muscle of shrimp from several coastal lagoons located in the NW of México, Bull. Environ. Contam. Toxicol. 74: 1098-1104.
- Keen, C.L. (1996), Teratogenic effects of essential trace metals: deficiencies and excesses, 977-1002, en: Chang, L.W. (Ed.), Toxicology of metals, CRC Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
- Lauenstein, G.G.; Cantillo, A y O'Connor, T.P. (2002), The status and trends of trace element and organic contaminants in oysters, *Crassostrea virginica*, in the waters of the Carolinas, USA, Science Total Env. 285: 79-87.
- McIntyre, J.D. (1973), Toxicity of methylmercury for steelhead trout sperm, Bull. Env. Contam. Toxicol. 9: 96-104.
- Moody, J.R. y Lindstrom, R.N. (1977), Selection and cleaning of plastic containers for storage of trace element samples, Anal. Chem. 49: 2264-2267.
- Páez-Osuna, F.; Osuna-López, J.I.; Izaguirre-Fierro, G. y Zazueta-Padilla, H.M. (1993), Heavy metals in oysters from a subtropical coastal lagoon associated with an agricultural drainage basin, Bull. Env. Contam. Toxicol. 50: 696-702.
- Páez-Osuna, F. y Frías-Espéricueta, M.G. (2001), Bioacumulación, distribución y efectos de los metales pesados en los peneidos, 244-270, en: Páez-Osuna, F. (Ed.), Camaronicultura y medio ambiente. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología y El Colegio de Sinaloa, México, D.F.
- Soto-Jiménez, M.; Páez-Osuna, F. y Ruiz-Fernández, A.C. (2003c), Geochemical evidences of the anthropogenic alteration of trace metal composition of the sediments of Chirichueto marsh (SE Gulf of California), Env. Poll. 125: 423-432.
- USFDA. (1993), Guidance documents for trace metals elements in seafood, FDA Centre for Food Safety and Applied Nutrition, Washington, D. C.
- Villanueva, S. y Botello A.V. (1998), Metal pollution in coastal areas of Mexico, Rev. Environ. Contam. Toxicol. 157:53:94.
- WHO. (1998), International programme on chemical safety (IPCS), Environmental health criteria 200: coppe, World Health Organization, Geneva.
- WHO. (2004), Vitamin and mineral requirements in human nutrition. 2nd ed. World Health Organization, Geneva.
- Zar, J.H. (1996), Biostatistical analysis. 3^a ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. 662 pp.

CONTAMINACIÓN POR PLAGUICIDAS, EN EL CENTRO-NORTE DE SINALOA Y SUS EFECTOS TÓXICOS EN TRABAJADORES AGRÍCOLAS Y POBLACIÓN CERCANA A LOS CAMPOS DE CULTIVO (POSIBLES CONSECUENCIAS EN LA SALUD)

J. Guillermo Galindo-Reyes*, Ma. Guadalupe Lazcano-Álvarez y J. Alberto Montes-Verdugo, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa. Paseo Claussen s/n, Mazatlán, Sinaloa. Tel./Fax (669) 985-0282.

*guillermo_galindo_reyes@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Los plaguicidas son contaminantes ambientales que se biomagnifican a través de las cadenas alimenticias. Algunos de estos compuestos son cancerígenos en seres humanos y en otros organismos (peces, crustáceos, etc). El uso de algunos de ellos como DDT, Lindano, Aldrín, Endrín, Clordano, etc., han sido restringidos y prohibidos en algunos países incluso en México. Sin embargo en nuestro país no están suficientemente controlada la comercialización de estos compuestos.

En este estudio se pretende conocer si en el suelo, el aire y el agua de los campos agrícolas persisten algunos plaguicidas prohibidos, y son potencialmente causantes de enfermedades en los trabajadores agrícolas y la gente que vive en los poblados aledaños a los campos agrícolas.

En trabajos previos hemos reportado presencia de BPCs y de plaguicidas tanto en agua sedimentos y organismos acuáticos así como sus efectos tóxicos en peces y camarones principalmente (Galindo *et al.* 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2002, 2003, 2004, 2005) sin embargo, los problemas de contaminación por estas sustancias están tomando dimensiones críticas, particularmente en los daños a la salud humana.

Por otro lado, año con año, diversos reportes y noticias en los medios de comunicación han señalado que los plaguicidas están causando intoxicaciones y diversas enfermedades crónicas y agudas, en los trabajadores agrícolas y en la población cercana a éstos, particularmente en el Centro-Norte de Sinaloa, donde se desarrolla una intensa actividad

agrícola, con el consecuente empleo de cantidades considerables de plaguicidas.

METODOLOGÍA

Las generalidades de los métodos empleados en el proyecto son las siguientes:

Muestreo: se tomaron muestras de suelo y agua de campos agrícolas del municipio de Elota, cada dos meses durante un periodo de un año.

Las muestras de aire para determinar la transferencia de estos contaminantes a la atmósfera se tomaron cada tres meses empleando membranas de espuma de poliuretano alojadas en cámaras muestreadoras de flujo de aire pasivo.

Se procedió a la extracción de plaguicidas con n-hexano. La purificación se hizo por elusión de los extractos a través de columnas empacadas con florisil, silica-gel y alúmina, siguiendo la metodología propuesta por (CNR, 1983).

El análisis cualitativo y cuantitativo de plaguicidas y BPCs se realizó por cromatografía de gases (GC) y cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC) siguiendo la metodología propuesta por (AOAC, 1990).

Las muestras de sangre y orina fueron colectadas de voluntarios (trabajadores agrícolas y personas aledañas a los campos de cultivo) durante las visitas a los campos. La determinación de residuos de plaguicidas en las muestras de sangre y orina se llevará a cabo de acuerdo a la siguiente metodología:

Las muestras de orina son acidificadas con una solución de ácido tartárico (pH: 5-6) y después se procede a la extracción y análisis de

los contaminantes como en las muestras de agua.

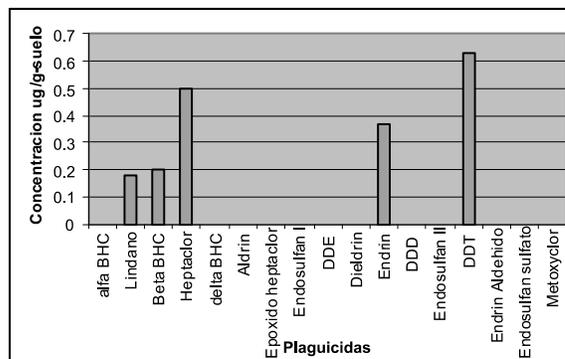
Las muestras de sangre se mezclan con acetonitrilo para extraer los residuos de plaguicidas en la fracción lipídica. La fracción lipídica es extraída mediante éter y acetonitrilo. Los extractos son diluidos con agua y nuevamente extraídos con éter de petróleo. Posteriormente son purificados a través de columnas empacadas con florisil, eluyendo los extractos con éter de petróleo y éter etílico, y separándose las dos fracciones (E1 y E2).

En el primer extracto (E1), se aislarán los plaguicidas organoclorados. En el segundo extracto (E2) se hallarán los organofosforados y carbamatos. Posteriormente se analizaron los extractos por una combinación de cromatografía de gases (GC) y cromatografía de líquidos (HPLC) de acuerdo a la metodología propuesta por AOAC (1990) y Varcoe (2001).

En las muestras de sangre de los trabajadores voluntarios, se realizaron los siguientes estudios clínicos: Antígeno prostático específico, biometría hemática con diferencial, perfil tiroideo, química sanguínea, fosfatasa alcalina, bilirrubinas y transaminasas. Estos análisis permitieron establecer, al menos en un 80% de los trabajadores, posibles enfermedades tales como anemias, leucemias, cáncer de próstata, cáncer o alteraciones de tiroides, daño irreversible en el hígado, etc., principalmente en las personas que han estado más expuestas a estos contaminantes. Estos análisis se llevaron a cabo en el Hospital General “Martiniano Carvajal” de Mazatlán mediante un módico pago por concepto de recuperación de reactivos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

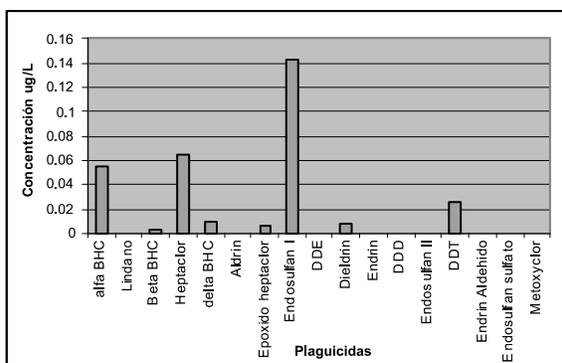
Como se puede observar, las muestras de suelo registraron mayor concentración de plaguicidas que las de agua y aire (Gráfica 1).



Gráfica 1. Plaguicidas encontrados en suelo del Campo Ceuta, Sinaloa

Los plaguicidas más frecuentemente detectados y en mayores concentraciones fueron: Aldrin, los isómeros del BHC o (HCH) entre ellos el Lindano, el Endosulfán y sus congéneres, así como el DDT y sus metabolitos.

También en las muestras de aire, los plaguicidas mayormente detectados fueron prácticamente los mismos, lo que corrobora la hipótesis de que estos están siendo transferidos del suelo al aire, y posteriormente transportados por los vientos. Bidleman y Leone (2004) Aquí cabe señalar que comparativamente con otras regiones del país, Elota, Sinaloa, ocupa el primer lugar en concentración de Endosulfan y sus congéneres, y las concentraciones de DDT y sus metabolitos (Gráfica 2), también, los isómeros de HCH se encuentran entre las concentraciones más altas de las diferentes regiones del país. Estos resultados ponen de manifiesto que en la zona de estudio se siguen empleando plaguicidas de uso restringido o prohibido, como lo demuestra la presencia de DDT y lindano por ejemplo. Por otro lado aun cuando las concentraciones no son muy altas la contaminación por estas sustancias representa un riesgo potencial para los ecosistemas, particularmente los costeros ya que estos contaminantes son transportados por los escurrimientos continentales y drenes agrícolas hasta la costa.



Gráfica 2. Plaguicidas detectados en el Dren Crucero 2, Ceuta, Sinaloa.

Estos plaguicidas también fueron los más detectados en sangre y orina así como algunos organofosforados, principalmente en orina, tales como: Sultotep, Famfur, Tionazin, Forato y Dimetoato. Aun cuando las concentraciones de éstos no son muy altas, su presencia es indicativo de exposición prolongada o muy frecuente a concentraciones altas de estos contaminantes (Tabla 1).

Tabla 1. Plaguicidas detectados en orina de trabajadores agrícolas de Elota, Sinaloa.

Muestra	Plaguicida	Conc. (µg/ml.)	Muestra	Plaguicida	Conc. (µg/ml.)
TA-1	Forato	1.61	TA-19	Famfur	6.66
	Dimetoato	1.06	TA-20	Tinazin	2.84
	Disulfotón	0.78		Gusation	2.42
	Met.paration	1.86		Paration	8.33
TA-4	Dimetoato	0.52		famfur	6.66
	Famfur	2.09	TA-21	Famfur	3.33
TA-5	Dimetoato	0.79	TA-22	Dimetoato	1.4
	Disulfoton	0.52		Famfur	16.66
	Famfur	3.33	TA-23	Dimetoato	1.62
TA-7	Famfur	3.75		Disulfoton	0.82
TA-11	Tionazin	1.25		Met. Paration	2.76
	Disulfoton	2.34		Famfur	15.99
TA-12	Tionazin	5.28	TA-24	Sultotep	8.33
	Disulfoton	1.04		Disulfoton	2.18
TA-13	Tionazin	1.96		Famfur	9.33
	Disulfoton	0.52	TA-25	Met. Paration	2.19
TA-14	Tionazin	1.96		Paration	13.3
	Disulfoton	1.04	TA-29	Famfur	3.99
TA-15	Tiazino	1.96	TA-30	Famfur	2.66
	Disulfoton	0.52	TA-31	Famfur	7.33
TA-16	Famfur	9.99	TA-32	Sultotep	10.41
TA-17	Famfur	6.66		Famfur	8.66
TA-18	Gusation	6.06	TA-33	No Detectado	
			TA-34	No Detectado	

Por otro lado, la presencia de plaguicidas organoclorados en sangre indica que hay acumulación de éstos en diversos tejidos (sangre, por ejemplo) lo cual representa una

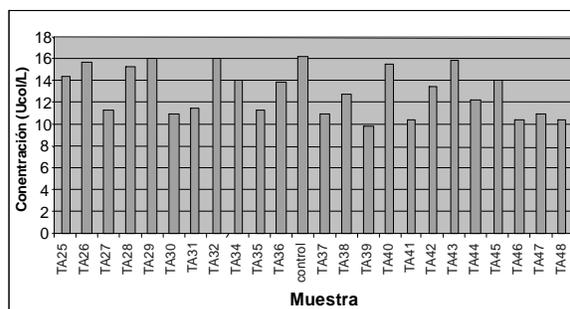
alta factibilidad de aparición de cáncer en próstata, hígado, tiroides, sangre (leucemias) etc., ya que como ha sido reportado por otros autores estas sustancias tienden a acumularse en tejidos y son inductoras de cáncer y otros efectos toxicológicos (Tabla 2).

Tabla 2. Plaguicidas detectados en orina de jornaleros

Muestra	Plaguicidas	Conc. (µg/ml)	Muestra	Plaguicidas	Conc. (µg/ml)
TA1	Dieldrin	0.402	TA11	Lindano	0.088
	Metoxyclor	2.22		Beta HCH	0.078
TA2	Lindano	0.072		Heptacloro	0.107
	Beta HCH	0.084		Delta HCH	0.146
	Heptacloro	0.095	TA12	Lindano	0.091
	Delta HCH	0.216		Heptacloro	0.131
	Aldrin	0.124		Delta HCH	0.427
	Heptacloro epoxido	0.133		Aldrin	0.121
	Endosulfan	0.117		DDT	0.022
	Dieldrin	0.063	TA19	Alfa HCH	1.412
TA3	Lindano	0.087	TA22	Heptacloro	0.026
	Beta HCH	0.103		Delta HCH	0.106
	Heptacloro	0.113	TA23	Alfa HCH	2
	Aldrin	0.129		Endrin	0.195
	Dieldrin	0.28	TA24	Aldrin	0.064
	Endrin Aldehído	0.245		Endrin	0.19
TA4	Lindano	0.062	TA25	Endrin	0.188
	Beta HCH	0.065	TA26	Lindano	0.031
	Heptacloro	0.074		Beta HCH	0.031
	Aldrin	0.086		Delta HCH	0.073
	Dieldrin	0.674	TA27	Lindano	0.031
TA5	Lindano	0.061	TA29	Dieldrin	0.477
	Beta HCH	0.7	TA30	Aldrin	0.058
	Heptacloro	0.078	TA33	Aldrin	0.05
	Delta HCH	0.169	TA35	Beta HCH	0.038
	Dieldrin	0.098		Aldrin	0.05
TA6	Lindano	0.133	TA36	Lindano	0.048
	Beta HCH	0.18		Beta HCH	0.064
	Heptacloro	0.161		Heptacloro	0.046
	Heptacloro epoxido	0.424		Delta HCH	0.085
	Dieldrin	0.168		Aldrin	0.049
TA7	Lindano	0.044	TA8	Alfa HCH	3.34
	Beta HCH	0.048		Lindano	0.134
	Dieldrin	0.2		Beta HCH	0.22
				Delta HCH	0.171

Los análisis clínicos arrojaron valores bajos en colinesterasa, y moderadamente altos en hemoglobina, plaquetas, fosfatasa alcalina (FAL), transaminasa glutámico pirúvica (TGP), transaminasa glutámico oxalacética (TGO). Estos resultados son indicadores bastante evidentes de exposición frecuente a plaguicidas particularmente a los organofosforados, pues se ha demostrado que tienen un efecto inhibitorio o perturbador de estos parámetros clínicos (Gráfica 3). Particularmente la inhibición de la colinesterasa, la cual es un neurotransmisor en humanos y en muchos otros organismos vivos, afecta las funciones nerviosas, particularmente la contracción-relajación del diafragma respiratorio-. Bajos niveles de

esta enzima también puede indicar deficiencia congénita, daño hepático, y metástasis, así como riesgo de infarto. Frank (2002).



Gráfica 3. Colinesferasa en plasma de trabajadores agrícolas de Ceuta, Sinaloa.

Igualmente los niveles bajos de otras enzimas (TGO y TGP por ejemplo) pueden relacionarse con problemas en la función del hígado, lo cual a la vez puede devenir en cáncer o alteraciones en las funciones de este órgano vital. Según Limdi J.K. y Hyde G.M. (2003) las trasaminasas son una prueba indicativa de necrosis de hígado y miocardio, y en general de lesión hepatocelular como resultado de exposición a sustancias tóxicas. También, valores altos de la enzima fosfatasa alcalina pueden indicar enfermedades hepáticas, cáncer óseo, leucemia y daños a la tiroides. Igualmente los valores de hemoglobina resultaron altos, lo que indica posibles patologías del hígado o de la sangre como resultado de exposición a sustancias tóxicas como plaguicidas.

Estos posibles daños a la salud, concuerdan con las respuestas dadas por los jornaleros cuando fueron encuestados, pues muchos de ellos declararon dolencias en el hígado, estómago, huesos, etc., así como alteraciones nerviosas.

Por otro lado, las encuestas aplicadas a los trabajadores agrícolas, indican que el 95% no utiliza equipo protector durante su jornada, lo cual hace más riesgosa la exposición a sustancias tóxicas tales como los plaguicidas. Esto es un factor de riesgo más que aumenta la peligrosidad de la exposición a estas sustancias.

CONCLUSIÓN

Aun cuando este proyecto fue un estudio preliminar, los resultados obtenidos permiten concluir que los niveles de contaminación en la región centro de Sinaloa son altos, particularmente los del DDT y sus metabolitos así como los isómeros del HCH y como de acuerdo a la legislación ambiental mexicana, estos plaguicidas están prohibidos y/o restringido su uso, Waliszewski *et al.* (2004) se puede decir que estos plaguicidas se siguen utilizando de manera ilegal o clandestina.

Por otro lado, aun cuando estos resultados todavía no son totalmente definitivos, es evidente que existe una estrecha relación entre los daños a la salud en los peones agrícolas de la zona de estudio, con la presencia de contaminación por plaguicidas, pues los resultados de los análisis clínicos junto con reportes del Centro de Salud del municipio de Elota, indican que la contaminación por estas sustancias muy probablemente son la causa de padecimientos y daños en la salud de estas personas, como lo demuestran los valores bajos en la colinesferasa, y altos en hemoglobina, plaquetas, fosfatasa alcalina y enzimas hepáticas. También la presencia de plaguicidas en sangre y orina pone de manifiesto un riesgo potencial en los trabajadores agrícolas ya que algunos de estos plaguicidas son reportados como cancerígenos y causantes de otras enfermedades tales como leucemia, insuficiencia hepática. etc., e incluso malformaciones congénitas.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se realizó gracias al apoyo recibido por la UAS dentro del programa PROFAPI- 2006 de la CGIP.

BIBLIOGRAFÍA

AOAC. (1990), Official Methods of análisis of the association of analytical chemistry, Ed.

- By Kenneth Herlich, 15 edition, Arlington VA USA.
- Bidleman, T.F.; Leone, A.D. (2004), Soil-air exchange of organochlorine pesticides in the southern United States, *Environ, Pollut*, 128: 49-57.
- CNR. (1983), Consiglio Nazionale delle Ricerche, Metodologie analitiche per lo studio della qualità dell'ambiente marino, Genova, Italia.
- Frank A. Greco; M.D., Ph.D. (2002), Director, Biophysical Laboratory, The Lahey Clinic, Burlington, MA. Review provided by VeriMed Healthcare Network.
- Galindo Reyes J.G.; Montes V.J.; Cassin D.; Carvajal, R. (2003), Pollution by polychlorinated biphenyls in an estuary of the Gulf of California, Their toxicity and bioaccumulation in shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Marine Pollution Bulletin*, 46, 959-963.
- Galindo Reyes J.G.; Villagrana L.C. and Lazcano A.M.G. (1999), Environmental Condition and Pesticide pollution of two coastal ecosystems in the Gulf of California, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 44, 280-286.
- Galindo R.J.G.; Dalla V. L.; Lazcano A.M.G. (2002), Effect of some organophosphorous pesticides on oxygen consumption of shrimp *Litopenaeus vannamei*, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 52, 134-136.
- Galindo R.J.G.; Leyva R.N.; Millán A.O. y Lazcano A.M.G. (2002), Effects of pesticides on DNA and protein of shrimp larvae *Litopenaeus stylirostris* of the California Gulf. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 53, 191-195.
- Galindo R.J.G.; Dalla V.L.; Lazcano A.M.G. and Rivas M.H. (2000), Enzymatic and Osmoregulative alterations in white shrimp *Penaeus vannamei* exposed to pesticides, *Chemosphere*, vol. 40, 233-237.
- Limdi J.K. y Hyde G.M. (2003), Evaluation of abnormal liver function tests, *Medical journal*. 79-(932): 307-312.
- Varcoe S.J. (2001), *Clinical Biochemistry: Techniques and Instrumentation*, World Scientific Co. Singapore.
- Waliszewski, S.M.; Carvajal, O.; Infanzon, R.M.; Trujillo, P.; Aguirre, A.; Maxwell, M. (2004b), Levels of organochlorine pesticides in soils and rye plant tissues in a field study, *J. Agric. Food Chem.* 52: 7045-7050.
- Waliszewski, S.M.; Gomez-Arroyo, S.; Infanzon, R.; Carvajal, O.; Villalobos-Pietrini, R.; Trujillo, P.; Maxwell, M. (2004a), Persistent organochlorine pesticide levels in bovine fat from Mexico, *Food Additives and Contaminants*. 21: 774-780.

VARIACIÓN EN LA GERMINACIÓN ENTRE PLANTAS DE UNA POBLACIÓN DE CHILE SILVESTRE DEL ESTADO DE SINALOA

Sergio Hernández Verdugo*, Ricardo G. López España, Pedro Sánchez Peña, Manuel Villarreal Romero, Jorge Fabio Inzunza Castro, Saúl Parra Terrazas, Núñez Cebreros Rey David, Antonio Pacheco Olvera y José Luis Corrales Madrid.
Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa; Culiacán, Sinaloa, México. Sergioh2002mx@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

La germinación de las semillas es un proceso de primera importancia para el establecimiento y la sobrevivencia de las plántulas en condiciones naturales. Se considera que la selección natural ha favorecido los mecanismos por los cuales las semillas responden a las condiciones ambientales que les son adversas para el desarrollo después que las semillas han germinado. La variación en los mecanismos que regulan la germinación, tanto entre como dentro de especies o poblaciones, ha sido interpretada como una adaptación a las condiciones específicas del hábitat a escalas locales y regionales (Meyer *et al.* 1997). Adicionalmente, el ambiente materno ha sido considerado como una parte importante en las diferencias observadas en los requerimientos de germinación entre y dentro de poblaciones de la misma especie (Wulff 1995).

La relación entre el peso y la capacidad de germinación ha sido objeto de una gran cantidad de estudios (Wulff 1973; Couvillon 2002; Ayala-Cordero *et al.* 2004). Sin embargo, en estos estudios las semillas se han puesto a germinar en un solo ambiente o tratamiento.

Estudios recientes han demostrado que las poblaciones silvestres de chile del noroeste de México mantienen elevados niveles de variación genética (Hernández-Verdugo *et al.*, 2001a, Oyama *et al.*, 2006) y en la capacidad de germinación de sus semillas (Hernández Verdugo *et al.* 2001b, 2004, 2005 y 2006). Sin embargo, no existen reportes de la variación en la germinación dentro de sus poblaciones.

Por lo anterior, los propósitos de este estudio fueron: 1) Estimar la variación dentro de la población Yecorato en la capacidad de germinación de sus semillas; y 2) determinar la

relación entre la capacidad de germinación con el peso de las semillas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se obtuvieron semillas de frutos maduros de 10 plantas de chile silvestre, conocido comúnmente como chiles "chiltepines" (*Capsicum annum* var. *glabriusculum*) de una población situada en el norte del estado de Sinaloa (Yecorato), en octubre del año 2005. Se pesaron 100 semillas individualmente de cada planta con una balanza analítica marca Sartorius, con un margen de precisión de 0.1mg.

Las semillas se pusieron a germinar en cámaras de germinación (Lab Line) bajo luz y temperatura controladas. En estas condiciones se hicieron los siguientes experimentos o tratamientos de germinación utilizando tres diferentes temperaturas: 1) 25 °C; 2) 35 °C; 3) temperatura fluctuante (25 °C a 35 °C). Todos los tratamientos fueron con 12 h luz y 12 h oscuridad total. En el tratamiento de temperatura fluctuante las condiciones de luz fueron bajo 35 °C y la oscuridad fue en 25 °C. En cada tratamiento se sembraron 100 semillas de cada planta, repartidas en cuatro cajas de Petri con 25 semillas cada una, donde se utilizó agar (10 %) disuelto en agua como sustrato. Como respuesta de germinación se midió el porcentaje final de germinación. Se consideró que a una semilla cuando su radícula midió un mm de longitud, aproximadamente.

Los datos de los porcentajes finales de germinación se transformaron en sus valores arcocenos y se analizaron mediante análisis de varianza. Cuando las diferencias entre las plantas fueron significativas, se utilizó una

comparación múltiple de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$).

La relación entre el peso de semillas y el porcentaje de germinación en cada tratamiento se determinó mediante la correlación de Pearson.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hubo variación en la capacidad de germinación entre las plantas de la población considerando todos los tratamientos (Figura 1). La media de germinación de las diez plantas fue 43.3 %, con un intervalo de variación de 35.3 (planta 23) hasta 67.0 % (planta 20) (Figura 1).

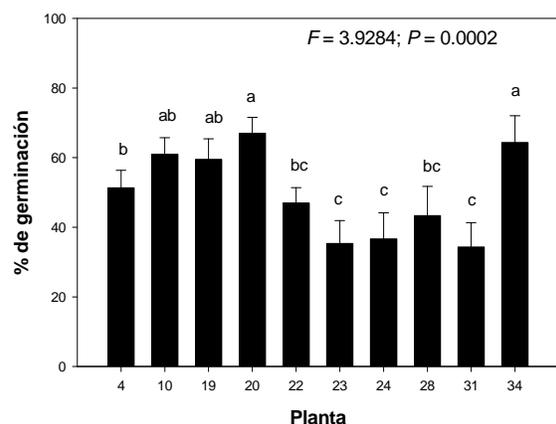


Figura 1. Medias (± 1 error estándar) de porcentaje de germinación de las diez plantas de la población Yecorato considerando los tres tratamientos. Medias con diferente letra son estadísticamente diferentes.

Variación entre plantas en el tratamiento de temperatura fluctuante

Hubo variación significativa entre las plantas en el tratamiento de temperatura fluctuante (Figura 2). El porcentaje de germinación varió de 35.0 % (planta 24) hasta 88.0 % (planta 34), con una media de germinación de 58.8 %.

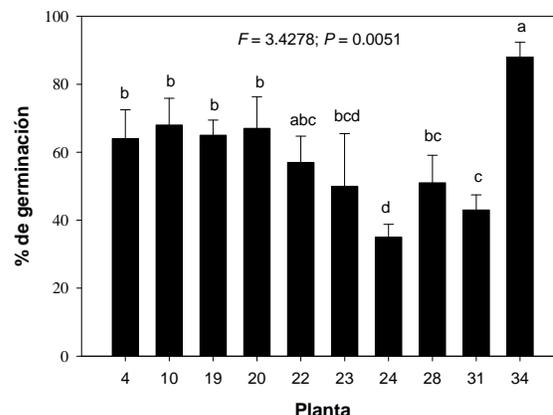


Figura 2. Medias (± 1 error estándar) de porcentaje de germinación de las diez plantas de la población Yecorato en el tratamiento de temperatura fluctuante (25 a 35 °C). Medias con diferente letra son estadísticamente diferentes.

Variación entre plantas en el tratamiento de 25 °C

Hubo variación significativa entre las plantas en el tratamiento de temperatura constante de 25 °C (Figura 3). El porcentaje de germinación varió de 1.0 % (planta 19) al 55.0 % (planta 20), con una media de germinación de 26.5 %.

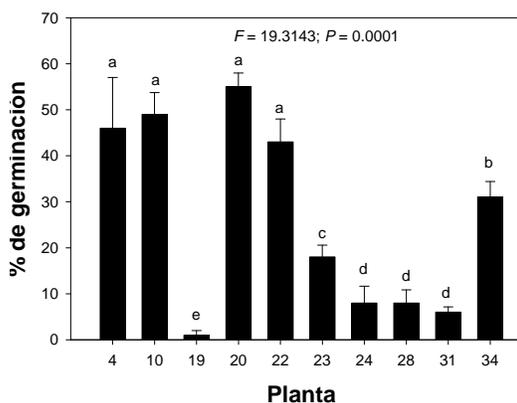


Figura 3. Medias (± 1 error estándar) de porcentaje de germinación de las diez plantas de la población Yecorato en el tratamiento de 25 °C con temperatura constante. Medias con diferente letra son estadísticamente diferentes.

Variación entre plantas en el tratamiento de 35 °C

Hubo variación significativa entre las plantas en el tratamiento de temperatura constante de 35 °C (Figura 4). La media de germinación

en este tratamiento fue 58.80 % con un rango de variación de 38.0 (planta 23) al 79 % (planta 20).

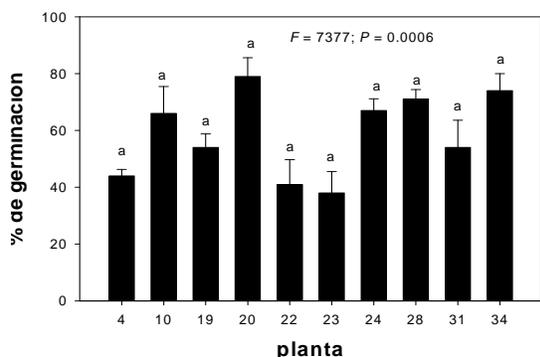


Figura 4. Medias (± 1 error estándar) de porcentaje de germinación de las diez plantas de la población Yecorato en el tratamiento de 35 °C con temperatura constante. Medias con diferente letra son estadísticamente diferentes.

Otros estudios también han reportado la existencia de variación en la capacidad de germinación dentro de poblaciones de diferentes especies vegetales, y han relacionado esta variación en la germinación con el peso de semilla (Wulff, 1973). En plantas de *Hyptis suaveolens*, Wulff (1973) reportó alta variación intrapoblacional en la capacidad de germinación, la cual fue correlacionada positivamente con el peso de las semillas. Las semillas de mayor peso mostraron menores requerimientos de luz para germinar, posiblemente debido a diferencias en la concentración inicial de fitocromo o en diferencias en la síntesis de ácido giberélico. Couvillon (2002) encontró que las semillas de mayor peso de *Cercis canadensis* L. mostraron porcentaje de germinación y produjeron plántulas más grandes y de mayor peso. Ayala-Cordero *et al.* (2004) encontraron las semillas de menor peso de una población de *Stenocereus beneckeii* presentaron un menor y significativo porcentaje de germinación en relación a las semillas de mayor peso.

A diferencia de los resultados reportados por Wulff (1973), Ayala-Cordero *et al.* (2004) y Couvillon (2002), en este estudio, el peso de semilla se correlacionó negativa y significa-

tivamente con el porcentaje de germinación en el tratamiento de 25 °C (cuadro 1), indicando que las semillas más pesadas tienen menores porcentajes de germinación.

Cuadro 1. Valores de los coeficientes de correlación (r) y nivel de significancia (P) entre el peso de semilla con el porcentaje de germinación en cada uno de los tratamientos.

Tratamiento	r	P
25 °C	-0.5580	0.0004
35 °C	0.3222	0.0553
Temperatura fluctuante (25-35 °C)	-0.0902	0.6010

Sin embargo, en el tratamiento de 35 °C, el peso de semilla correlacionó marginalmente de manera positiva con el porcentaje de germinación. Estos resultados indican que la relación entre el peso de semillas y la capacidad de germinación dependen del ambiente. En condiciones de bajas temperaturas, en *C. annuum* silvestre, la selección natural favorecerá a las semillas de menor peso, mientras que bajo condiciones de bajas temperaturas serán las semillas de mayor peso las menos favorecidas por la selección natural.

CONCLUSIONES

1. Se encontró una elevada y significativa variación en la germinación entre las diez plantas de la población estudiada en los tres tratamientos.
2. Se encontró una relación negativa y significativa entre el porcentaje de germinación y el peso de semilla en el tratamiento de 25 °C.
3. El porcentaje de germinación y el peso de semilla mostró una relación positiva y marginalmente significativa en el tratamiento de 35 °C.
4. Estos resultados indican que la relación entre la capacidad de germinación y el peso de las semillas es dependiente del ambiente.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Autónoma de Sinaloa por el apoyo financiero a este estudio con el proyecto de investigación PROFAPI-06-61, convocatoria 2006.

LITERATURA CITADA

- Ayala-Cordero G.; Terrazas T.; López-Mata L.; Trejo C. (2004), Variación en el tamaño y peso de la semilla y su relación con la germinación en una población de *Stenocereus benecki*, *Interciencia* 29: 692-697.
- Couvillon G. A. (2002), *Cercis canadensis* L. Seed size influences germination rate, seedling dry matter, and seedling leaf area, *HortScience* 37: 206-207.
- Hernández-Verdugo S.; Luna-Reyes R.; Oyama K. (2001a), Genetic structure and differentiation of wild and domesticated populations of *Capsicum annuum* from Mexico, *Plant Systematics and evolution*. 226: 129-142.
- Hernández-Verdugo S.; Oyama K.; Vázquez-Yanes (2001b), Differentiation in seed germination among populations of *Capsicum annuum* along a latitudinal gradient in Mexico, *Plant Ecology*, 155: 245-257.
- Hernández-Verdugo S.; Sánchez-Peña P.; Villarreal Romero M. (2006), Variación entre poblaciones y años: algunos factores que promueven o regulan la germinación de semillas de chile silvestre, en: *Memorias de la Tercera Convención Mundial de Chile*, Páginas 105-111, Chihuahua y Delicias Chi. México, 9 al 11 de de julio de 2006.
- Hernández-Verdugo S.; Sánchez Peña P.; Villarreal Romero M. (2005), Efecto del ácido giberélico, remojo, ácido sulfúrico y la temperatura fluctuante en la germinación de semillas de poblaciones de chile silvestre, en: *Memorias de la Segunda Convención Mundial del Chile*, Páginas 380-386, Zacatecas, Zacatecas, México, agosto 2005.
- Hernández-Verdugo Sergio, (2004), Efecto de la luz, temperatura y ácido giberélico sobre la germinación de semillas de poblaciones de chile silvestre, en: *Memorias de la Primera Convención Mundial de Chile*, Páginas 441-446. 27-29, León Gto, México, junio de 2004.
- Meyer, S. E.; Allen, P.S.; Beckstead, J. (1997), Seed germination regulation in *Bromus tectorum* (Poaceae) and its ecological significance, *Oikos*, 78: 474-485.
- Oyama K.; Hernández-Verdugo S.; Sánchez C.; González-Rodríguez A.; Sánchez-Peña P.; Garzón-Tiznado J. A. y Casas A. (2006), Genetic structure and differentiation of wild and domesticated populations of *Capsicum annuum* (Solanaceae) from Mexico as revealed by RAPD, *Genetic Resources and Crop Evolution*, 53: 553-562.
- Wulff R. (1973), Intrapopulation variation in the germination of seeds in *Hyptis suaveolens*, *Ecology* 54: 646-649.
- Wulff, R. 1995. Environmental maternal effects on seed quality and germination, en: Kigel, J. and Galili G. (eds.), *Seed development and germination*. Marcel Dekken Inc. Pp.491-505.

CONTENIDO DE CADMIO, COBRE, PLOMO Y ZINC EN EL TEJIDO COMESTIBLE DEL CAMARÓN CAFÉ (*Farfantepenaeus californiensis*) DE LAS COSTAS DE SONORA Y SINALOA

Izaguirre-Fierro Gildardo*¹, Voltolina Domenico², Frías-Espericueta Martín¹, López-Osuna Isidro¹, Zazueta-Padilla Héctor¹, López-López Gabriel¹, Osuna-Sánchez Librada¹ y Magallón-Armenta, María de los Angeles¹

1.- Facultad Ciencias del Mar, UAS. Apdo. Postal 610, Mazatlán, Sinaloa. gilofierro@yahoo.com.mx

2.- Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Apdo. Postal 128; La Paz, BCS

INTRODUCCIÓN

El problema que fundamenta este trabajo se puede expresar en las siguientes interrogantes: ¿cuál es la concentración de metales pesados en el músculo del camarón café *Farfantepenaeus californiensis* pescado por la flota de altamar?; ¿existen diferencias significativas entre la concentración de metales pesados de *F. californiensis* capturado en la zona costera de Sinaloa, en comparación con las capturas del sur de Sonora? Y ¿los contenidos de metales pesados en el músculo del camarón café *F. californiensis* se encuentran dentro de los niveles permisibles para el consumo humano?

De acuerdo con las estadísticas más recientes (SAGARPA, 2004), la producción anual de camarón del litoral del Pacífico Mexicano supera las 350,000 toneladas anuales incluyendo la pesca y la acuicultura. Por este volumen elevado y por su alto precio, el Instituto Nacional de la Pesca (INP, 2000, INP-CONAPESCA, 2004) le confiere a esta actividad una elevada importancia económica y social, la cual se debe a que genera más de 37,000 empleos directos e indirectos, que el valor comercial del producto supera los 5,000 millones de pesos y que el volumen de los desembarques ubica a esta pesquería en el tercer lugar nacional y en el décimo mundial, sin contar que los precios elevados de este insumo en los mercados internacionales causan una derrama económica superior a la derivada de cualquier otro tipo de pesca (Filose, 2000).

De acuerdo al volumen de sus capturas y a su valor comercial, las especies más importantes para esta pesquería incluyen *Litopenaeus*

stylirostris y *Farfantepenaeus californiensis* (camarón azul y café), además de *Litopenaeus vannamei* (camarón blanco, que es la especie más importante en el caso del camarón de cultivo) y se capturan también cantidades menores de *F. brevirostris* (camarón cristal) y de otras especies de menor importancia por su bajo valor comercial.

La importancia de estudiar el nivel de concentración de los metales pesados en el ambiente costero-estuarino deriva de los volúmenes importantes de descargas de la gran variedad de las fuentes antropogénicas de estos contaminantes que, aparte de poder modificar las comunidades naturales locales, pueden afectar la calidad y hasta la inocuidad de los organismos acuáticos destinados al consumo humano (Frías-Espericueta *et al.*, 1999, 2005), perjudicando de esta manera la posibilidad de comercializarlos o la salud del consumidor.

OBJETIVOS

General. Determinar la concentración de metales pesados en el músculo del camarón café *Farfantepenaeus californiensis* capturado por la flota de altamar en las aguas costeras de Sinaloa y del sur de Sonora.

Particulares

-Determinar la concentración de Cd, Cu, Pb y Zn en el músculo de *F. californiensis*.

-Verificar si existen diferencias significativas en las concentraciones de metales pesados de los camarones capturados en las zonas costeras de Sinaloa y del sur de Sonora.

-Establecer si los niveles de metales pesados en el tejido comestible del camarón café *F.*

californiensis se encuentran en el intervalo de valores que se consideran permisibles para el consumo humano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los organismos se obtuvieron con la colaboración de los observadores embarcados en los barcos de las flotas camaroneras de altura de Guaymas y de Mazatlán, capturados en un solo arrastre entre los meses de noviembre 2005 y enero 2006.

Siete lotes fueron de aguas costeras frente a Huatabampo y Agiabampo, en la parte sur del estado de Sonora y los restantes se obtuvieron en aguas más meridionales, desde la zona cercana al puerto de Topolobampo hasta el sistema estuarino-lagunar de Altata-Ensenada del Pabellón, en las zonas norte y central del estado de Sinaloa.

Los camarones fueron pesados, medidos y congelados hasta su procesamiento final, que consistió en separar la parte comestible (músculo) de todos los organismos de cada lote, los cuales fueron liofilizados, molidos y homogeneizados en un mortero de teflón y procesados mediante los procedimientos validados para la extracción y cuantificación de metales pesados, usando las técnicas propuestas por UNEP (1982), Goldberg *et al.* (1983) y Frías-Espéricueta *et al.* (1999).

Los datos medios de cada lote se agruparon de acuerdo con su origen geográfico, con el fin de comparar mediante pruebas de comparación de dos muestras (pruebas t de Student) las concentraciones encontradas en los dos grupos de datos, que corresponden a las capturas en aguas de Sonora y de Sinaloa. En todos los casos, antes de aplicar la prueba t se verificó la normalidad y la igualdad de varianzas de los datos (prueba de Lilliefors y F de Fisher) y se usó un nivel de probabilidad de $\alpha = 0.05$ (Zar, 1996).

RESULTADOS

Sonora. Las concentraciones más elevadas fueron las de los dos metales esenciales y

entre éstos el Zn fue el metal que presentó la mayor abundancia, con un intervalo global de 67.7 a 82.4 $\mu\text{g/g}$, aproximadamente, en comparación con los valores de Cu que variaron entre 17.4 y 31.0 $\mu\text{g/g}$. En ambos casos los valores menores se encontraron en el lote de la estación 6, mientras que los más elevados se encontraron en las estaciones 1 y 3 para Cu y Zn, respectivamente.

Entre los no esenciales, el plomo resultó cuantitativamente más importante, con valores que variaron entre aproximadamente 3.1 y 4.3 mg/g , con la excepción de la estación más meridional de esta zona, en la cual el contenido de Pb fue solamente 1.5 $\mu\text{g/g}$. En esta misma estación se encontró también uno de las menores concentraciones de Cd (0.51 $\mu\text{g/g}$), el cual mostró una elevada variabilidad, con diferencias relativamente importantes aun en estaciones geográficamente cercanas y con un intervalo global de 0.42 a 2.15 $\mu\text{g/g}$ (Tabla 1).

Tabla 1. Concentraciones de los cuatro metales encontradas en los siete lotes de músculos de *F. Californiensis* capturados en la parte sur de Sonora.

	Cu	Zn	Pb	Cd
Est.				
1	31.0	72.4	3.1	0.86
2	29.6	75.7	3.6	1.3
3	26.8	82.4	3.4	2.1
4	26.5	73.6	3.2	0.79
5	24.1	70.7	4.2	1.07
6	17.4	67.7	3.0	0.41
7	25.3	79.4	1.6	0.50

Sinaloa. Aunque los límites de los intervalos difieren de los que se mencionaron para la zona anterior, la amplitud de los intervalos resultó similar y además en todos los casos se notó un grado de traslape relativamente notorio. El Zn varió entre 73.2 y 84.1 $\mu\text{g/g}$, si bien la mayoría de los valores fue $> 75 \mu\text{g/g}$. En cambio, el intervalo de Cu resultó similar (16.6 a 28.5 $\mu\text{g/g}$ en comparación con los valores de 17.4 a 31.0 $\mu\text{g/g}$ que se encontraron en Sonora), mientras que el

contenido de Pb fue notablemente menor (1.0 a 2.2 µg/g, con solamente un valor > 2.0 µg/g).

Finalmente, el contenido de Cd varió entre 0.40 y 1.47 µg/g, aproximadamente, que difiere del registrado en la zona anterior solamente en el límite superior del intervalo de concentraciones. En esta área los dos valores más altos fueron en las dos estaciones del norte, que por lo menos en parte coincide con la distribución geográfica de la concentración de Pb (Tabla 2).

Tabla 2. Concentraciones e los cuatro metales encontradas en los siete lotes de músculos de *F. californiensis* capturado en la parte centro norte de Sinaloa.

	Cu	Zn	Pb	Cd
Est.				
8	16.6	82.9	1.71	1.4
9	25.6	84.1	2.02	0.98
10	20.2	74.2	1.35	0.42
11	22.4	78.8	1.52	0.46
12	27.5	79.1	1.5	0.40
13	27.3	82.9	1.01	0.56
14	28.4	73.2	1.7	0.60

Comparación entre zonas

Como se mencionó en los incisos anteriores, prácticamente en todos los casos se registraron traslapes entre los intervalos de las concentraciones encontradas en los dos grupos de lotes de camarones, que se tomaron como representativos de las dos áreas geográfico-hidrográficas en las cuales se obtuvieron las muestras. La similitud entre zonas quedó confirmada por los resultados de las pruebas de comparación estadística de los valores medios de las dos áreas, tanto en el caso del cobre como del cadmio y por lo menos en parte también para el contenido medio de Zn: en efecto, el contenido medio de este metal resultó mayor en las capturas realizadas frente a las costas de Sinaloa, pero con un bajo nivel de probabilidad, que fue menor del 95%, aunque mayor del 90%.

Solamente en el caso del plomo la diferencia resultó altamente significativa, con

un contenido aproximadamente del 200% mayor en las estaciones ubicadas en la parte sur de Sonora (3.197 µg/g) en comparación con las distribuidas en la línea de costa de la zona central y septentrional del estado de Sinaloa, donde el contenido medio resultó ser 1.561 µg/g (Tabla 3).

Tabla 3. Concentración media de los cuatro metales en el músculo de *Farfantepenaeus californiensis* capturado en frente al sistema lagunar de Agiabampo (Sonora) y a lo largo de la costa centro norte de Sinaloa. NS = diferencia no significativa; +: 0.05 > P < 0.1; **: P < 0.01 (Prueba t de Student, α = 0.05).

Estado	Cu	Zn	Pb	Cd
Sonora	25.84	74.59	3.19	1.0
	NS	+	**	NS
Sinaloa	24.0	79.3	1.5	0.70

Inocuidad alimenticia

En vista de la falta de diferencias significativas en los contenidos de Cd y Cu, todos los valores de estos metales recabados en las 14 estaciones se utilizaron para calcular el consumo diario recomendable para no superar la ingestión máxima calculada para adultos con un peso medio de entre 60 y 70 kg, de acuerdo a los estándares de la USFDA (1993a) y WHO (1998), mientras que para Pb y Zn se usaron los contenidos medios de cada metal determinados en cada zona de pesca y se aplicaron los respectivos estándares calculados por USFDA (1993b) y WHO (2004).

Una vez transformados los datos medios presentados en la tabla 3 en los respectivos contenidos de metal por unidad de masa de tejido fresco, que se calculó multiplicando esos valores por el factor de conversión derivado del contenido medio de humedad, que resultó ser del 80% (factor de conversión = 0.2), el consumo máximo diario de músculo de camarón estaría determinado por el contenido de Cd (320 g/persona/día en ambas áreas de pesca: Tabla 4).

Tabla 4. Ingestión diaria por persona (en gramos de músculo de *F. californiensis*, peso húmedo, considerando una proporción peso húmedo/peso seco de 0.2 : 1.0) para no superar los niveles de ingestión máxima recomendable (IMR en µg/persona/día) de Cd, Cu, Pb y Zn (USFDA, 1993a y b; WHO, 1998, 2004). *: Metal limitante para el consumo.

Metal	CMR (µg)	Sonora	Sinaloa
Cd	55	320*	320*
Cu	3·10 ³	601	601
Pb	750	1,172	2,404
Zn	45·10 ³	3,016	2,836

En cuanto a los otros metales, ninguno parece alcanzar niveles que pudieran ser fuente de preocupación, y en efecto, debido a que en cada año la temporada de operaciones de la flota camaronesa de altura es de cinco-seis meses, limita la posibilidad de una disponibilidad continua de este producto y además, tomando en cuenta que por su precio el camarón no puede ser considerado como un alimento de consumo diario, el contenido de metales del camarón café de la flota de altura no parece representar una fuente real de preocupación sanitaria.

DISCUSIÓN

El contenido de Cd de las dos zonas tendió a ser relativamente menor en las estaciones distribuidas a lo largo de Sinaloa, pero como se mencionó anteriormente la diferencia no resultó significativa: este metal es el que limita el consumo diario de camarón café a cerca de 320 g de músculo fresco, por lo tanto no puede ser considerado como motivo de preocupación sanitaria.

En efecto, el contenido medio de este metal, recalculado para el músculo fresco, es equivalente a entre el 30 y el 40%, aproximadamente, del contenido máximo permitido por la legislación vigente en la Comunidad Europea, que establece un contenido máximo de 5 mg/kg de tejido fresco en el caso de los crustáceos marinos (GUCE, 2001).

El plomo es generalmente considerado otra fuente de preocupación sanitaria, pero no es

este el caso para el consumo del camarón café capturado por la flota de altura del Golfo de California, ya que en este caso el consumo diario puede superar sin riesgos los 1,000 gramos para los capturados frente al sistema lagunar de Agiabampo y sería más del doble para las capturas realizadas frente a Sinaloa.

Por otra parte, en este caso la legislación europea es notablemente más restrictiva (0.5 mg/kg = 0.5 µg/g de músculo fresco), que implica que el contenido medio de Pb del camarón capturado en la parte sur de Sonora supera el límite permitido por los país de la comunidad Europa y el capturado en la zona centro-septentrional de Sinaloa alcanza niveles cercanos al 60% del límite establecido en GUCE (2001).

Por otra parte, el cobre no está considerado como fuente de problemas sanitarios por la legislación europea, mientras que de acuerdo a los límites sugeridos por WHO (1998), este sería el segundo metal limitante para el consumo diario de camarón.

De acuerdo con la EPA (1991) el cadmio es uno de los cinco metales con la mayor toxicidad para la fauna de los ecosistemas acuáticos y terrestres; sus principales fuentes antropogénicas son los efluentes industriales y municipales, en tanto que los aportes naturales son el intemperismo, la escorrentía y el transporte atmosférico. Es además contenido en muchos agroquímicos (Alloway, 1990), lo cual es la explicación más probable de su abundancia y de la falta de diferencias entre zonas, en vista de que la agricultura intensiva es la actividad predominante en las planicies de la zona costera de ambos estados (Páez-Osuna, 2001).

Como el Cd, el plomo es considerado no esencial y tiende a concentrarse en el exoesqueleto de los crustáceos Eisler (1981), que pudiera explicar el bajo nivel de peligro representado por la ingestión del músculo de los camarones de ambas zonas. Por otra parte, como metal no esencial su concentración interna es poco susceptible de ser regulada con la misma eficacia de los esenciales por lo cual, por lo menos en caso del Pb, el contenido

significativamente mayor que se registró frente al sistema lagunar de Agiabampo puede tomarse como una indicación de un mayor índice de contaminación. Los niveles relativamente elevados en los dos casos pueden ser relacionados con la alta antropización de la planicie costera de los dos estados ya que, de acuerdo a Prosi (1989) señala que este metal es el de mayor movilización antro-pogénica (más usado por el hombre).

El Zn es un metal esencial, que está involucrado en la formación de más de 100 enzimas que participan en los procesos metabólicos relacionados con la transferencia de energía y con la síntesis de lípidos, proteínas, carbohidratos y ácidos nucleicos; en vista de su importancia y de su relativa toxicidad cuando su concentración interna es excesiva, los crustáceos tienen la capacidad de regular la concentración corporal de Zn (Rainbow, 1988).

Las concentraciones medias de Zn (74.6 a 78.3 µg/g) se encuentran al interior del intervalo de los valores disponibles en literatura sobre los camarones del Golfo de California, incluyendo a sus sistemas lagunares, que varían entre 29.7 y 83.7 µg/g, y no se aleja de mucho de los datos reportados en otras partes del mundo, que son todos un orden de magnitud inferiores al valor reportado para *Penaeus monodon* de una zona altamente contaminada del sistema deltaico del río Ganges (India).

La misma consideración se puede hacer para el cobre, aunque en este caso los valores recabados en este estudio se ubican cerca del límite superior de los valores reportados para el Golfo de California (15.3 a 25.4 µg/g), además que para el Pb, aunque para este metal destacan las bajas concentraciones señaladas por Ruelas-Inzunza y Páez-Osuna (2004) para el camarón blanco *L. vannamei* capturado en el sistema lagunar Altata-Ensenada del Pabellón, que solamente puede ser comparado con el bajo valor reportado para los camarones de la costa de España (Tabla 5).

Tabla 5. Comparación del contenido de metales en camarones de las costas de México y de otras partes del mundo.

Lugar	Especie	Cu	Zn	Pb	Cd
Sur de Sonora (1)	<i>F. californiensis</i>	24.9	74.6	3.2	0.9
Centro-Norte de Sinaloa(1)	<i>F. californiensis</i>	24.9	79.3	1.6	0.9
Huizache (2)	<i>L. vannamei</i>	20		2.4	0.7
Lagunas del NO (2)	<i>L. stylirostris</i>	15.3	29.7	4.5	0.9
Golfo de México (5)	<i>P. setiferus</i>	17.3	107	7.7	6.1
Boca Teacapán (3)	<i>L. stylirostris</i>	21.2	83.7		0.4
Noroeste de México (4)	<i>F. californiensis</i>	18.2	74		
Golfo de Calif. Mazatlán (6)	<i>L. vannamei</i>	17.9	71.6		0.2
Golfo de Calif. Mazatlán (6)	<i>L. stylirostris</i>	20.8	75.1		0.1
British Columbia, Can. (10)	<i>P. borealis</i>	13.7	45.7	0.9	0.3
Camarones de España (12)				0.2*	0.02*
Sunderban, India (13)	<i>P. monodon</i>		1184	32.1	0.7
Golfo Iskenderun, Turquía (14)	<i>P. semisulcatus</i>	33.9	74.9	6.8	1.3
Golfo de Fonseca, Nicar. (15)	<i>L. vannamei</i>	21.9	103	0.9	0.1

* = Transformados a peso seco a partir de los datos de la publicación original.

(1) Este estudio; (2) Frías-Espéricueta *et al.* (2004); (3) Páez-Osuna y Ruiz-Fernández (1995a); (4) Páez-Osuna y Tron-Mayén (1996); (5) Vazquez *et al.* (2001); (6) Bojórquez-Mascareño (1999); (7) Ruelas-Inzunza y Páez-Osuna (2004); (8) Valenzuela-Quiñonez (2007); (9) Beltrán-Velarde (2007); (10) Harding y Goyette (1989); (12) Pastor *et al.* (1994); (13) Guhathakurta y Kaviraj (2000); (14) Kargin *et al.* (2001); (15) Carbonell *et al.* (1998).

CONCLUSIONES

El orden de concentración de los metales esenciales demuestra que el músculo del camarón café del Golfo de California tiene un mayor contenido de Zn que de Cu, que pudiera relacionarse con el diverso nivel de importancia o de utilización de los procesos metabólicos de este tejido.

En el caso de los no esenciales, el contenido de Pb resultó superior al contenido de Cd, que se relaciona tanto con el mayor nivel antropogénico de movilización del Pb en comparación con el Cd, como con la mayor abundancia de Pb en los minerales y en los suelos de la planicie costera de Sinaloa y Sonora.

No se encontraron diferencias significativas entre el contenido medio de Cu y Cd de los camarones capturados frente a las costas de

Sinaloa y de Sonora. La probabilidad de una diferencia en el caso del Zn resultó entre el 90 y el 95%, mientras que el contenido de Pb resultó significativamente mayor en las capturas realizadas frente a la costa sur de Sonora.

El consumo diario permisible está limitado por el contenido de Cd y es de 320 gramos/persona/día, por lo cual el contenido de estos cuatro metales no representa un factor de riesgo para la salud humana.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó con el apoyo del CECyT-Sinaloa, (Convocatoria 2006), PROFAPI-CGIP, UAS (Clave N° PI-PROFAPI-06-100) y CANAINPESCA, Delegación Mazatlán.

BIBLIOGRAFÍA

- Alloway, B.J. (1990), Heavy metals in soils. Blackie and Son, Glasgow, Scotland, 339 pp.
- Eisler, R. (1981), Trace metal concentrations in marine organisms, Pergamon Press, Oxford, 685 pp.
- EPA. (1991), Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms, Weber, C.I. (Ed.), EPA/600/4-90/027, US-EPA, Cincinnati.
- Filose, J. (2000), El camarón en el mercado internacional, 111-134, en: Aquaméxico 2000, III Simposio Internacional de Acuicultura, Terramar, Culiacán, Sinaloa, México, 6-8 octubre 2000.
- Frías-Espéricueta, M.G.; Osuna-López, J.I.; Sandoval-Salazar, G. y López-López, G. (1999), Distribution of metals in different tissues in the rock oyster *Crassostrea iridescens*: seasonal variation, Bull. Env. Contam. Toxicol. 63: 73-79.
- Frías-Espéricueta M.G.; Osuna-López, J.I.; Estrada-Toledo, F.J.; López-López, G. e Izaguirre-Fierro, G. (2005), Heavy metals in the edible muscle of shrimp from coastal lagoons located in northwest Mexico, Bull. Env. Contam. Toxicol. 74: 1098-1104.
- Goldberg, E.D.; Koide, M.; Holdge, V.; Flegal, A.R. y Martin, J. (1983), U.S. mussel watch. 1977-1978: results on trace metals and radionuclides; Est. Coast. Shelf Sci. 16: 69-93.
- GUCE (2001), Tenori massimi di alcuni contaminanti presenti nelle derrate alimentari. Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee L77 del 16.3.2001. 1-13.
- Páez-Osuna, F. (2001), Interacción camaronicultura y medio ambiente, 15-21, en: Páez-Osuna, F. (Ed.), Camaronicultura y medio ambiente, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología y El Colegio de Sinaloa, México, D.F.
- Prosi, F. (1989), Factors controlling biological availability and toxic effect of lead in aquatic organisms, Sci. Total Env. 79: 157-169.
- SAGARPA (2004), Carta nacional pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Diario Oficial de la Federación, marzo 2004, Sección IV: 33-35.
- UNEP (1982), Determination of total cadmium, zinc, lead and copper in selected marine organisms by flameless atomic spectrophotometry, Methods for marine pollution studies N° 11 (rev. 1).
- USFDA (1993), Guidance documents for trace metals elements in seafood, FDA Centre for Food Safety and Applied Nutrition, Washington, D. C.
- WHO (1998), International programme on chemical safety (IPCS) environmental health criteria 200: copper, World Health Organization, Geneva.
- WHO (2004), Vitamin and mineral requirements in human nutrition, 2nd ed. World Health Organization, Geneva.
- Zar, J.H. (1996), Biostatistical analysis, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. 662 pp.

EVALUACIÓN DE LAS CANTIDADES DE METALES PESADOS EN EL CAMARÓN *LITOPENAEUS stylirostris* CAPTURADO POR LA FLOTA CAMARONERA DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Izaguirre-Fierro Gildardo*¹, Voltolina Domenico², Valenzuela-Quiñones, Fausto¹, Frías-Espericueta Martín¹,
López-Osuna Isidro¹, Zazueta-Padilla Héctor¹, López-López Gabriel¹ y Osuna-Sánchez Librada¹

1.- Facultad Ciencias del Mar, UAS. Apdo. Postal 610, Mazatlán, Sinaloa. gilofierro@yahoo.com.mx

2.- Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Apdo. Postal 128; La Paz, BCS

INTRODUCCIÓN

Debido a la importancia económico-social de la pesquería de este recurso, no solamente es importante evaluar el estado de salud de los "stocks" de sus poblaciones para manejarlos en la forma más adecuada y garantizar su sustentabilidad sino que, con el fin de garantizar su inocuidad como alimento y con esto salvaguardar la salud de los consumidores, es también necesario realizar monitoreos regulares de los posibles contaminantes a los cuales estos organismos se encuentran expuestos en el medio marino (que, por lo tanto, tienden a asimilar y acumular), como es el caso de los metales pesados.

De acuerdo con Cantillo (1998), los metales pesados, los pesticidas organoclorados y organofosforados, así como varios hidrocarburos derivados del petróleo, han sido reconocidos como los contaminantes más dañinos para los ecosistemas acuáticos aun cuando están presentes en concentraciones insuficientes para tener un efecto letal, ya que hasta en bajas concentraciones no son fácilmente metabolizados y eliminados, por lo cual afectan el metabolismo general y la reproducción de los organismos que se encuentran presentes en el ambiente marino y estuarino.

La importancia de estudiar el nivel de concentración de los metales pesados en el ambiente costero-estuarino deriva de los volúmenes importantes de descargas de la gran variedad de las fuentes antropogénicas de estos contaminantes que, aparte de poder modificar las comunidades naturales locales, pueden afectar la calidad y hasta la inocuidad de los organismos acuáticos destinados al consumo humano (Frías-Espericueta *et al.*, 1999, 2005),

perjudicando de esta manera la posibilidad de comercializarlos o la salud del consumidor.

OBJETIVOS

General

Verificar si el contenido de metales pesados del músculo del camarón azul *Litopenaeus stylirostris* capturado por la flota de altamar en las costas del Golfo de California es adecuado para su comercialización y consumo.

Particulares

Determinar la concentración de Cd, Cu, Pb y Zn en el músculo de *L. stylirostris*.

Verificar si existen diferencias significativas en las concentraciones de metales pesados de los camarones capturados en diferentes zonas costeras del Golfo de California.

Establecer la ingestión máxima diaria de tejido comestible de *L. stylirostris* con base en los límites permisibles para el consumo humano.

METODOLOGÍA

Se recolectaron en total 231 ejemplares de *Litopenaeus stylirostris* provenientes de las capturas comerciales de la flota pesquera de altamar del Golfo de California, con una talla promedio de 17.6 ± 1.7 cm, los cuales fueron agrupados en 19 lotes. En el laboratorio, los camarones fueron pesados, medidos, liofilizados y procesados de acuerdo a la técnica propuesta por UNEP (1982), Goldberg *et al.* (1983) y Frías-Espericueta *et al.* (1999), la cual consistió en tomar tres submuestras de tejido liofilizado de entre 0.5 y 1 g, en función del material disponible, a cada una de las cuales

se añadieron 25 ml de ácido nítrico concentrado y destilado en condensador de cuarzo, con el fin de asegurar la ausencia de metales ($\text{HNO}_3\text{-Q}$).

Estas submuestras se dejaron reposar en este baño durante 12 horas, con el fin de asegurar una mejor digestión de los tejidos y una extracción completa de los metales, y posteriormente se mantuvieron en un baño de arena a entre 90 y 100 °C hasta lograr su completa sequedad.

Inmediatamente después se añadieron 20 ml de HNO_3 (2M) para disolver los metales y finalmente cada muestra se centrifugó durante 10 minutos a 3,500 rpm para separar la fase sólida de la líquida, en la cual se cuantificó cada metal por espectrofotometría de absorción atómica, con un aparato Shimadzu modelo AA-660, utilizando la lámpara de cátodo hueco adecuada para cada metal y las respectivas condiciones de lectura. Los datos así recabados se reportaron en fracciones de peso seco de tejido ($\mu\text{g/g}$).

El área de estudio se dividió en cuatro zonas:

Zona I: costa este de Baja California, en el alto Golfo de California, en el área próxima a San Felipe.

Zona II: bahía Kíno-Guaymas.

Zona III: costa frente a los sistemas lagunares Agiabampo-Yavaros.

Zona IV: costa frente al sistema lagunar Santa María la Reforma.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Cadmio

Los crustáceos parecen no regular la concentración corporal de metales no esenciales tales como el cadmio (Rainbow, 1985; Rainbow y White, 1989). Un número importante de estudios han mostrado que las concentraciones de Cd en organismos acuáticos depende principalmente de sus niveles ambientales (Amiard *et al.* 1987; Bryan y Langston 1992), es sabido que este elemento no desempeña ninguna función metabólica,

por lo que sus niveles esperan ser más bajos que otros metales que participan en procesos bioquímicos y fisiológicos (Ruelas-Inzunza, J. y Páez-Osuna, F. 2004).

En la zona I los niveles de Cd oscilaron entre los 0.38 $\mu\text{g/g}$ en la estación 1 y 0.58 $\mu\text{g/g}$ en la estación 3; en la zona II el mínimo fue encontrado en la estación 7 con 0.63 $\mu\text{g/g}$ y el máximo en la estación 8 con 0.77 $\mu\text{g/g}$, mientras que para la zona III en la estación 13 se registró 0.63 $\mu\text{g/g}$ como mínimo y 0.87 $\mu\text{g/g}$ como máximo para la estación 10; en la zona IV la concentración mínima registrada fue para la estación 14 con 0.61 $\mu\text{g/g}$ mientras que el máximo valor 1.05 $\mu\text{g/g}$ fue obtenido en la estación 16.

Como se puede apreciar en la Figura 1, los niveles de Cd variaron en función del área, incrementándose a partir de la costa oeste de Baja California hacia la costa frente al sistema lagunar Santa María la Reforma. Las concentraciones promedio para cada una de las zonas fueron: zona I $0.49 \pm 0.08 \mu\text{g/g}$; zona II $0.69 \pm 0.08 \mu\text{g/g}$; zona III $0.73 \pm 0.09 \mu\text{g/g}$ y en la zona IV $0.75 \pm 0.17 \mu\text{g/g}$. Sólo se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$ Tukey test) de las zonas IV y III respecto a la zona I.

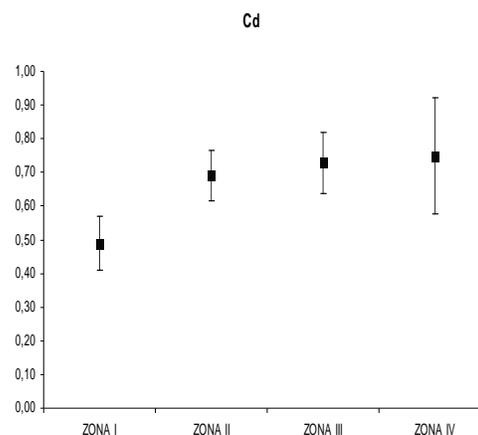


Figura 1. Concentraciones promedio de Cd ($\mu\text{g/g}$, peso seco) y desviación estándar en el músculo (abdomen) de *Litopenaeus stylirostris* para cada una de las áreas. Zona I: costa este de Baja California, Zona II: Bahía Kíno-Guaymas; Zona III: costa frente a los sistemas lagunares Agiabampo-Yavaros, Zona III: costa frente al sistema lagunar Santa María la Reforma.

Las concentraciones de Cd encontradas en el músculo de *L. stylirostris* en el ambiente marino coinciden con trabajos realizados para la costa oeste del Pacífico mexicano, donde Páez-Osuna y Ruíz-Fernández (1995) determinaron 0.61 µg/g peso seco de Cd en la costa de Nayarit; por su parte Frías-Espericueta *et al.* (2005) encontraron 0.25 µg/g para la zona costera de Mazatlán, Sinaloa, valor inferior a los promedios determinados para cada una de las zonas del presente estudio.

En las mismas zonas, se tienen datos de Cd en otros camarones, como es el caso de *L. vannamei* (Páez-Osuna y Ruíz-Fernández, 1995) quienes frente a los sistemas lagunares Huizache-Caimanero reportaron una concentración de Cd ligeramente mayor (0.77 µg/g) a las de este estudio; también se tiene información de sistemas lagunares estuarinos con diferentes especies de *Peneideos*, incluido *L. stylirostris*, con valores relativamente bajos 0.44 µg/g, 0.43 µg/g (Páez-Osuna y Ruíz-Fernández, 1995; Ruelas-Inzunza y Páez-Osuna, 2004) en los sistemas lagunares Teacapán y Altata Ensenada del Pabellón, respectivamente. *L. vannamei* en las lagunas costeras del noroeste de México fue reportado con niveles de 0.68 µg/g (Frías-Espericueta, *et al.* 2004); Páez-Osuna y Ruíz-Fernández, 1995 registraron 0.53 µg/g en el Estero de Urías y el sistema lagunar Hizache-Caimanero para la misma especie.

Los mayores niveles de Cd en zonas cercanas al área de estudio, corresponden a los obtenidos por Ruelas-Inzunza y Páez-Osuna (2004), en el sistema lagunar Altata-Ensenada del Pabellón, reportando 3.5 µg/g en *L. vannamei* y 5 µg/g para *F. californiensis*.

Cobre

En cuanto al Cu no existió evidencia significativa ($P > 0.05$) de variación entre las zonas. Los valores de Cu para cada área son mostrados en la figura 2 presentando para las zonas I, II, III y IV, 26.14±1.87, 27.28±10.04, 24.29±6.19 y 24.06±4.95 µg/g respectivamente.

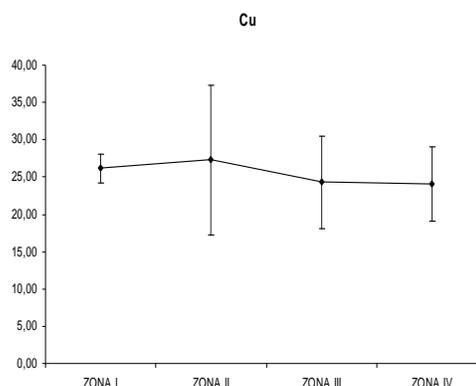


Figura 2. Concentraciones promedio de Cu (µg/g, peso seco) y desviación estándar en el músculo (abdomen) de *Litopenaeus stylirostris* para cada una de las áreas. Zona I: costa este de Baja California, Zona II: Bahía Kino-Guaymas; Zona III; costa frente a los sistemas lagunares Agiabampo-Yavaros, Zona III: costa frente al sistema lagunar Santa María la Reforma.

Plomo

El valor más alto de Pb fue encontrado en la costa occidental de Baja California 7.01±2.47 µg/g, en orden decreciente le siguió la zona II 5.38±0.17, µg/g, la zona IV 4.90±0.43 µg/g y por último la zona III 4.01±0.61 µg/g, se aprecia una disminución en la concentración hacia las zonas del bajo Golfo frente a la costa de Sinaloa (figura 4). Sólo se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$ Dunn's method) entre la zona I con respecto a la zona III.

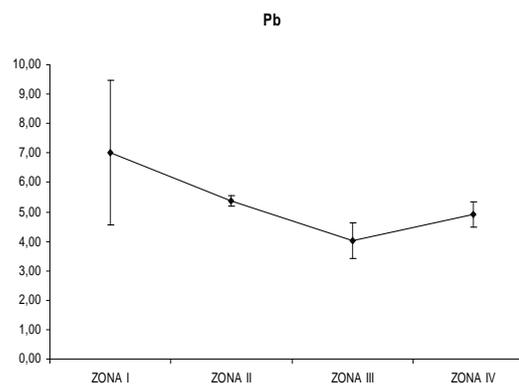


Figura 4. Concentraciones promedio de Pb (µg/g, peso seco) y desviación estándar en el músculo (abdomen) de *Litopenaeus stylirostris* para cada una de las áreas. Zona I: costa este de Baja California, Zona II: Bahía Kino-Guaymas; Zona III; costa frente a los sistemas lagunares Agiabampo-Yavaros, Zona III: costa frente al sistema lagunar Santa María la Reforma.

Zinc

En lo que respecta al Zn no se encontró evidencia significativa entre las estaciones, se mantuvo una tendencia estable entre ellas. Los niveles son mostrados en la figura 5 en la zona I $59.76 \pm 11.61 \mu\text{g/g}$, para la zona II $60.04 \pm 4.02 \mu\text{g/g}$, en la zona III $52.43 \pm 3.40 \mu\text{g/g}$ y para la zona IV $58.87 \mu\text{g/g}$.

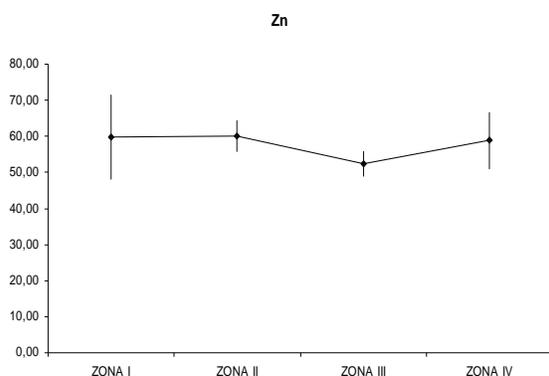


Figura 5. Concentraciones promedio de Zn ($\mu\text{g/g}$, peso seco) y desviación estándar en el músculo (abdomen) de *Litopenaeus stylirostris* para cada una de las áreas. Zona I: costa este de Baja California, Zona II: bahía Kíno-Guaymas; Zona III; costa frente a los sistemas lagunares Agiabampo-Yavaros, Zona III: costa frente al sistema lagunar Santa María la Reforma.

Consumo diario

De acuerdo a los cálculos realizados por la USFDA (1993 a y b), la ingestión máxima diaria de Cd y de Pb (que no tienen funciones metabólicas conocidas) en el caso de personas adultas con un peso medio cercano a los 70 kg, no debería superar los 55 y 750 $\mu\text{g/persona/día}$, respectivamente. En el caso de Cu y Zn, que son considerados metales esenciales por sus importantes funciones metabólicas, principalmente en procesos de oxidorección, síntesis de proteínas y como activadores de diferentes enzimas, la ingestión tolerable es de entre tres y cuatro órdenes de magnitud superior, de 3 y 45 mg/persona/día , respectivamente (WHO, 1998, 2004; Tabla 1).

Con base en estos valores y en vista de las concentraciones de los cuatro metales que se registraron en las diferentes zonas de pesca, el cadmio es el metal que determina el máximo

consumo diario de camarón azul de altamar, el cual no debería superar los 367 g, en el caso de las capturas en la zona más meridional; este límite aumenta progresivamente en paralelo con la latitud, con un consumo posible superior a los 550 g de músculo de camarón/persona/día en el caso de capturas realizadas en las aguas cercanas a la costa oriental de Baja California (zona I).

Tabla 1. Ingestión por persona (en gramos, peso húmedo) de músculo de camarón para alcanzar los niveles de consumo máximo recomendado (CMR en $\mu\text{g/persona/día}$) por USFDA (1993a y b) y WHO (1998, 2004).

Metal	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV	CMR (μg)
Cd	562	398	378	367	55
Cu	574	550	617	624	$3 \cdot 10^3$
Pb	535	698	934	766	750
Zn	3,766	3,747	4,292	3,822	$45 \cdot 10^3$

CONCLUSIONES

1. En todos los casos se presentó un patrón decreciente en la presencia de los metales en el músculo de *L. stylirostris* de la manera siguiente: $\text{Zn} > \text{Cu} > \text{Pb} > \text{Cd}$.
2. Se encontró diferencia significativa en la concentración de Cd en músculo de *L. stylirostris* capturado en el Golfo de California por la flota de altamar entre la zona I respecto a las zonas III y IV los cuales fueron mayores.
3. La concentración de Pb en el músculo de *L. stylirostris* capturado en el Golfo de California por la flota de altamar presentó evidencia significativamente mayor en la zona I sobre la zona III.
4. Los niveles de Cu y Zn en músculo de *L. stylirostris* capturado en el Golfo de California por la flota de altamar no presentaron variación significativa entre las zonas.
5. El mínimo consumo para alcanzar el límite máximo permisible por día lo presentó el Pb seguido por el Cu, Cd y Zn para todas las zonas de captura.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó con el apoyo del CECyT-Sinaloa, (convocatoria 2006), PROFAPI-CGIP, UAS (Clave PI-PROFAPI-06-100) y CANAIN-PESCA, Delegación Mazatlán.

BIBLIOGRAFÍA

- Amiard, J.C. (1992), Bioavailability of sediment-bound metals for benthic aquatic organisms, 183-202, en: Vernet, J.P. (ed.), Impact of heavy metals on the environment, Elsevier, New York.
- Bryan, G.W. (1968), Concentrations of zinc and copper in the tissues of decapod crustaceans, J. Mar. Biol. Ass. U.K, 48: 303-321.
- Cantillo, A.Y. (1998), Comparison of results of mussel watch programs of the United States and France with worldwide mussel watch studies, Mar. Poll. Bull. 36: 712-717.
- Carbonell, G., Ramos, C. y Tarazona, J.V. (1998), Heavy metals in shrimp culture areas from the Gulf of Fonseca, Central America. II. Cultured shrimps, Bull. Env. Contam.Toxicol. 60: 260-265.
- FDA (1993), Guidance documents for trace elements in seafood, United States Food and Drug Administration, FDA Centre for Food Safety and Applied Nutrition, Washington, DC.
- Frías-Espicueta, M.G.; Osuna-López, J.I.; Sandoval-Salazar, G. y López-López, G. (1999), Distribution of metals in different tissues in the rock oyster *Crassostrea iridescens*: seasonal variation, Bull. Env. Contam. Toxicol. 63: 73-79.
- Frías-Espicueta M.G.; Osuna-López, J.I.; Estrada-Toledo, F.J.; López-López, G. e Izaguirre-Fierro, G. (2005), Heavy metals in the edible muscle of shrimp from coastal lagoons located in northwest Mexico, Bull. Env. Contam. Toxicol. 74: 1098-1104.
- Goldberg, E.D. y Martin, D.H. (1983), Metals in the sea as recorded by mussels, 811-823, en: Trace metals in seawater, Wong, C.S.; Boyle, E.; Bruland, K.W.; Burdon, J.D. y Goldberg, E.D. (Eds.); Plenum Publishing Co., London y New York.
- Páez-Osuna, F. y Ruiz-Fernández, A.C. (1995), Comparative accumulation of trace metals in *Penaeus stylirostris* in estuarine and coastal environments, Est. Coast. Shelf Sci. 40: 35-44.
- Rainbow, P.S. (1985), Accumulation of Zn, Cu and Cd by crabs and barnacles, Est. Coast. Shelf Sci. 24: 669-686.
- Rainbow, P. S. y White, S. L. (1989), Comparative strategies of heavy metal accumulation by crustaceans: zinc, copper and cadmium in a decapod, an amphipod and a barnacle, Hydrobiol.174:245-262.
- Ruelas-Inzunza, J. y Páez-Osuna, F. (2004), Distribution and concentration of trace metals in tissues of three shrimp species from Altata-Ensenada del Pabellón lagoon (SE gulf of California), Bull. Env. Contam. Toxicol. 72: 452-459.
- UNEP (1982), Determination of total cadmium, zinc, lead and copper in selected marine organisms by flameless atomic spectrophotometry. Methods for Marine Pollution Studies N° 11 (rev. 1), United Nations Program for the Protection of the Environment, Paris.
- USFDA (1993), Guidance documents for trace metals elements in seafood, FDA Centre for Food Safety and Applied Nutrition, Washington, D. C.
- WWF/IUCN (1998), Creating a sea change. The World Wildlife Fund and The International Union for the Conservation of Nature. WWF/IUCN, Marine Policy, Gland, witzerland, WWF, 64 pp.
- WHO (1998), International programme on chemical safety (IPCS) environmental health criteria 200: copper, World Health Organization, Geneva.
- WHO (2004), Vitamin and mineral requirements in human nutrition, 2nd ed. World Health Organization, Geneva.

PATRONES FENOLÓGICOS FOLIARES DE 10 ESPECIES ARBÓREAS DEL MINERAL DE NUESTRA SEÑORA COSALÁ

*Gilberto Márquez Salazar¹, J. Estrada Castelo¹, A. Sánchez Ruiz¹, M. M. García Valenzuela¹, R. Sánchez Bañuelos¹, B. Salomón Montijo², Y. G. Rubio Rocha^{1,2}, C. A. Guerrero Ontiveros¹, M. A. Ibarra Salazar² y F. Avilés Terán².

Escuela de Biología Universidad Autónoma de Sinaloa¹ y Centro de Investigaciones Biológicas y Desarrollo Sustentable². Ciudad Universitaria Av. las Américas y Av. Universitarios s/n. Colonia Universitarios. C.P 80010. Tel. (667) 7161139. gmarquez@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

Los patrones y procesos fenológicos muestran relaciones estrechas. La determinación de los patrones en los cambios cíclicos de las especies son un punto de partida para los análisis fenológicos, son básicos para entender los procesos biológicos de árboles tropicales y organismos que interactúan con ellos (Justiniano y Fredericksen, 2000). Los procesos muestran un papel dual, están implicados en la formación de patrones y a su vez son un medio deductivo e inductivo para explicar a dichos patrones (Myers y Giller, 1988).

La fenología estudia las fases cíclicas y la periodicidad del desarrollo vegetativo y/o reproductivo en los seres vivos (Haugaasen y Peres, 2005). En plantas estudia los tiempos de aparición, desarrollo, picos, duración y caída de hojas, flores y frutos. Las diferentes fases del desarrollo son expresiones genéticas, que se muestran como resultado de múltiples interacciones de procesos abióticos y bióticos, que a través de la selección natural, determinan el tiempo más eficiente para crecer y reproducirse (van Schaik, *et al.*, 1993).

Entre los procesos abióticos causales de la fenología resaltan los cambios atmosféricos y climáticos, específicamente la dinámica de precipitaciones (disponibilidad estacional de agua), temperatura y fotoperíodo (Brodrribb, *et al.* 2002), que se presentan a través del tiempo. En los procesos bióticos se incluyen las interacciones etológicas, (percha, vocalización, nidificación y alimentación) y ecológicas (herbivoría, competencia, depredación, dispersión), que se relacionan directa o indirectamente con las diferentes fases como

foliación, floración y fructificación; además se encuentran las adaptaciones morfológicas y fisiológicas (Borchert, 1983). La ponderación del o de los procesos desencadenadores o gatillos más importantes dependerán de la latitud, clima y tipo de bosques. Los bosques tropicales caducifolios o secos, presentan una marcada estacionalidad durante el año, caracterizándose por una duración de la temporada de sequía que va de los 5 a los 7 meses, en un rango de los 10 a los 30 ° latitud norte (Borchert, *et al.* 2004); la ausencia de lluvias es un factor abiótico causal de eventos fenológicos; la sequía estacional y los cambios consecuentes en la disponibilidad de agua, ha sido identificada como el principal factor externo que controla directa o indirectamente el ritmo periódico de los bosques tropicales estacionales, el fin de la etapa de precipitaciones inicia la senescencia foliar, exceptuando a las especies con fenología de hojas inversa. La producción de hojas señala el inicio de la estación de crecimiento e influencia profundamente la subsiguiente actividad de floración y fructificación. Los patrones en la producción de hojas en bosques secos han sido relacionados con distintas variables climáticas. Morellato *et al.* (2000), encontraron en diferentes sitios correlaciones en la formación de hojas con lluvias, temperatura e insolación, particularmente Machado *et al.* (1997), encontró que los patrones en la formación de hojas están fuertemente influenciados por la lluvia; aunque para algunas especies e individuos los factores climáticos son insuficientes para explicar las variaciones fenológicas en los bosques tropicales, debido al almacenamiento

de agua en los tallos, la remanente en el subsuelo, las profundas raíces, que impactan en la disponibilidad de agua y producen nuevas hojas durante la estación seca (Borchert, 1983; 1994), otro proceso que induce a la aparición de hojas en muchas especies de árboles es el incremento de fotoperiodo (Borchert y Rivera, 2001).

MÉTODOS Y MATERIALES

En este trabajo se pretendió conocer la fenología foliar de 10 especies de árboles pertenecientes a cinco familias de plantas. De la Euphorbiaceae, la haba (*Hura polyandra*); de la Burseraceae, el palo mulato (*Bursera simaruba*); del taxón Sterculiaceae, la guásima (*Guazuma ulmifolia*); de la Leguminosae, el mauto (*Lysiloma divaricatum*), tepehuaje (*Lysiloma watsonii*), navío (*Conzattia multiflora*), guamúchil (*Pithecellobium dulce*), guanacastle (*Enterolobium cyclocarpum*), de la Moraceae, apomo (*Brosimum alicastrum*) y salate (*Ficus trigonata*) para entender las interacciones etológicas (percha, vocalización, nidificación y alimentación) de los psitácidos guacamaya verde (*Ara militaris*) y loro corona lila (*Amazona finschi*) en el bosque tropical caducifolio de Cosalá, Sinaloa (De La Parra, et al. 2005). El tiempo del estudio fue de julio del 2006 a junio del 2007.

Objetivos e hipótesis. Los objetivos de trabajo fueron: 1. Registrar el tiempo de inicio, duración, el pico y senescencia de la foliación en las diferentes especies. 2. Conocer los procesos climatológicos y/o atmosféricos implicados en la formación de patrones en la fenología vegetativa de 10 especies de árboles en la Reserva Ecológica del Mineral de Nuestra Señora Cosalá. Las hipótesis comprendidas fueron: 1. El inicio, el pico y senescencia de la foliación, será determinada por la presencia, las mayores cantidades y la ausencia de lluvias respectivamente. 2. Los cambios en la disponibilidad de lluvias y temperatura serán los procesos causales más importantes de fenología foliar.

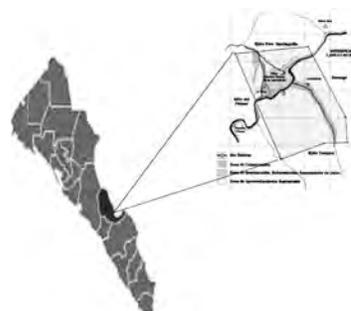


Figura 1. Localización geográfica de La Reserva “El Mineral de Nuestra Señora de la Candelaria”. Longitud 107° 06' 07" y 106° 25' 15" y Latitud de entre los 24° 07' 55" y los 24° 49' 20" Altitud de entre 300 a 1000 m/nm.

El tipo de clima es cálido subhúmedo, extremoso con lluvias de verano ($Aw_1(e)$).

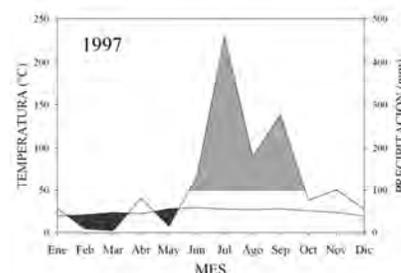


Figura 2. Muestra el climograma del año 1997. En gris la presencia de lluvias, en negro la ausencia o déficit de precipitación.

Registro fenológico

1. Se seleccionaron 15 individuos al azar de las 10 especies de árboles (150 en total);
2. Se incluyeron individuos superiores o iguales a cinco cm. de DAP;
3. Los individuos se marcaron con una numeración ascendente, empleando cinta vistosa e indelebles.
4. Los organismos seleccionados fueron maduros (presentaron todas las etapas fenológicas) y sanos;
5. Los registros se realizaron cada mes;
6. De cada individuo se registraron cada fenofases cuatro tipos de datos: a) registro de la primera aparición de hojas b). datos del pico o asintótico de producción de hojas; c) registro de sub-fenofase (juvenil, madura y selecta); d) registro de la senescencia;
7. Se estimaron de manera porcentuales la cantidad particular y general de cada fenofase. Como materiales: 1. se emplearon binoculares 3 x 35 para el registro de las distintas fases

vegetativas y 2. Se utilizó un formato de hoja de registro.

Registro atmosférico y climatológico

El tiempo atmosférico son las condiciones prevalecientes en un tiempo relativamente corto, para el presente trabajo se consideran las temperaturas, lluvia e insolación anual, de julio del 2006 a julio del 2007. Para los datos climáticos se consideraron los registros de la información recabada por la CNA “Estación La Seca”, durante el periodo de 1981 a 1997. En los datos de horas luz se consideró la tabla de fotoperiodo para 24 ° latitud. El registro de las variables atmosféricas: 1. La precipitación se midió utilizando un pluviómetro tipo americano, instrumento más usado para medir la lluvia en la República Mexicana. Las mediciones se hicieron a las 8 horas de cada día. Los tiempos de análisis se hicieron en los mismos periodos, que se utilizaron para la temperatura, teniéndose así las siguientes: precipitación en 24 horas (diaria), mensual, media mensual, anual, media anual. 2. La temperatura, se registró a las 8 horas diariamente de manera ininterrumpida bajo el abrigo con el termómetro tipo Six, con un grado de error de +/- 1.0 ° K. Los variables que se obtuvieron fueron: temperatura máxima diaria, mínima, media diaria, mensual, media mensual, anual y media anual. Con la información diaria se escogieron otros periodos. Las diferentes variables fueron además registradas por la estación automatizada, sirvieron para cotejar los registros obtenidos manualmente. 3. La insolación se define como el tiempo durante el cual el sol ha brillado en el cielo con respecto a un punto de la superficie terrestre. Son las horas en que llega la radiación solar directa del sol sin ser interferida por la presencia de las nubes. Esta variable solar se medirá con el heliógrafo de Cambell-Stokes. Las mediciones se hicieron diariamente, haciendo uso de gráficos especiales que acompañan a este instrumento.

Análisis estadístico

Para este trabajo se incluyeron las variables del tiempo atmosférico y clima como temperatura, precipitación, insolación y fotoperiodo. Los análisis de correlación fueron estimados por el método de Pearson, que considera una escala del 0 a 1 que caracteriza una correlación positiva, el valor 1, supone el ajuste perfecto (100%) de los puntos en comparación de las distintas variables sobre el modelo; inferiores al 0 caracteriza una correlación negativa. Como valor $P <$ se considera a 0.05 y 0.01 como significativas (Zar, 1999). En el análisis de la información se empleó el programa SPSS 10.0 (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los patrones de producción foliar, mostraron a siete especies de árboles con hojas de manera continua durante el periodo de estudio (*L. watsonii*, *P. dulce*, *E. cyclocarpum*, *B. alicastrum*, *F. trigonata*, *H. polyandra* y *G. ulmifolia*); tres presentaron caducifoliedad *L. divaricatum* (abril a mayo), *C. multiflora* (noviembre-abril) y *B. simaruba* (abril); en estas especies la aparición de hojas inició un mes posterior a la terminación de la senescencia. Los picos de mayor abundancia foliar, se mostraron en la época de lluvias (junio y agosto) (Tabla 1). Abril fue el mes en el cual tres especies perdieron 100 % su folio, explicado por ser el mes con menor precipitación (10. mm) de la reserva. Aceptándose parcialmente la primera hipótesis.

Los análisis de correlación con la variable del tiempo atmosférico precipitación presentó co-relación positiva *L. divaricatum*, *L. watsonii*, *P. dulce*, *F. trigonata*, *H. polyandra* y *B. simaruba*; la temperatura no mostró correlación con ninguna especie. Por su parte, con insolación registró correlación negativa *L. divaricatum*, *F. trigonata*, *H. polyandra*, *B. simaruba* y *Guazuma ulmifolia*.

Tabla 1. Cuantificación de la fenología foliar de 10 especies de árboles del mineral de Nuestra Señora Cosalá.

Especies	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	mayo	marzo	abril	mayo
Mauto	63.33	79	94	82	75	41	48.3	47	0	2	0	0
Tepehuaje	87.1	85.3	86	81	76	60	60	61	85.7	17.4	52	85.7
Guamúchil	79	75	93.3	80.3	77.1	90	63.3	72.33	45	56.2	48.5	45
Huanacaxtle	96	59	39.1	51.3	67.3	66.33	58	42.33	75	19.5	52.7	75
Navío	69	66	35	1	1	0	0	0	1	0	0	1
Apomo	99.3	88	94	91	88	97.2	87.5	85	58	86.7	71	58
Salate	100	93	99	94	85.2	74.2	82	74	52	61.1	41.1	52
Haba	98.3	89	96	94	92	83	70.3	59	10.2	18.7	7.33	10.2
Papelillo	99	94	92	84	74	63.33	57	69	1	6.1	0	1
Guásima	34	54	95	78	87	68	75.3	67	12.2	17.6	21.1	12.2

En el análisis de correlación con la variable climática de precipitación, mostró significancia con *L. divaricatum*, *L. watsoni*, *P. dulce*, *C. multiflora*, *F. trigonata*, *H. polyandra* y *Bursera simaruba*. Con temperatura sólo *L. watsoni*, *E. cyclocarpum* y *C. multiflora*. Con fotoperiodo, sólo con *C. multiflora*.

La precipitación fue el proceso más importante tanto del clima y tiempo atmosférico en explicar el patrón fenológico foliar en las 10 especies de árboles estudiados. La temperatura del último año no mostró correlación de importancia con la producción foliar. El proceso de insolación se correlacionó en forma negativa con la fenología vegetativa de cinco especies. Aceptándose parcialmente la segunda hipótesis.

Se coincide con Machado *et al.* (1997), en que los patrones en la formación de hojas están fuertemente influenciados por la lluvia, tres de las especies estudiadas no se correlacionaron con el proceso climático de precipitación; mostrando que los procesos climáticos son insuficientes para explicar las variaciones fenológicas foliares en algunas especies del bosque tropical seco.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestra gratitud a los responsables del PROFAPI 2006 por el apoyo brindado en la realización del presente trabajo; a G. Ibarra

Manríquez y C. Romero Higareda por la identificación del espécimen de *Ficus* y el apoyo en los análisis estadístico, respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Borchet, R. (1980), Phenology and ecophysiology of tropical tree: *Erythrina poeppigiana* O. F. Cook, *Ecology* 61: 1065-1074.
- Borchert, R., (1983), Phenology and control of flowering in tropical trees, *Biotropica*, 15:81-89.
- Borchert, R. *et al.* (2004), Environmental control of flowering periodicity in Costa Rican and Mexican tropical dry forest, *Global Ecology and Biogeography*, 13:409-425.
- Brodribb, T. J. *et al.* (2002), Hydraulic and photosynthetic co-ordination in seasonally dry tropical forest tree, *Plant. Cell and Environments*, 25:1435-1444.
- Borchet, R. (1994), Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest tree, *Biotropica*, 15: 81-89.
- Borchet, R. y G. Rivera (2001), Photoperiodic control of seasonal development and dormancy in tropical stem-succulent trees, *Tree Physiology*, 21:213-221.
- De La Parra M. S. *et al.* (2005), Interacciones entre árboles, guacamaya verde (*Ara militaris*) y loro corona lila (*Amazona finchi*) en dos hábitats de Cosalá, Sinaloa, México,

- Resúmenes del Simposio internacional “El Conocimiento Botánico en la Gestión Ambiental y el Manejo de Ecosistemas” y Segundo Simposio Botánico del Noroeste, IPN, CIIDIR Unidad Durango y Sociedad Botánica de México, A.C.
- Haugaasen, T. y C. A. Peres (2005), Tree phenology in adjacent Amazonia flooded and unflooded forest, *Biotropica*, 37 (4): 620-630.
- Justiniano, M. J. y T. S. Fredericksen (2000), Phenology of tree species Bolivian dry forest, *Biotropica*, 32 (2): 276-281.
- Machado, I. *et al.* (1997), Phenology of Catinga Species at Serra Talha, PE, northeastern Brazil, *Biotropica*, 29 (1): 57-68.
- Morellato, L. P. *et al.* (2000), Phenology of Atlantic rain forest tree: a comparative study, *Biotropica*, 32 (4b): 811-823.
- Myers, A.A. y P. S. Giller (1988), Biogeographic patterns, en: Myers, A.A. y P. S. Giller (eds.), *Analytical Biogeography, An Integrated approach to the study of animal and plants distributions*: 15-21 pp.
- SPSS (1999), *Statistical Product and Services solutions*, 10.0.
- Van Schaik C. P. *et al.* (1993), The phenology of tropical forest: adaptativa significance and consequences for primary consumers, *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 24: 353-377.
- Zar, J. H. (1999), *Biostatistical analysis*, Prentice Hall, USA, 663 p.

ASPECTOS BIOLÓGICOS DE LA PESCA RIBEREÑA DE ESCAMA Y TIBURÓN EN TEACAPÁN, SINALOA, MÉXICO

¹ Valenzuela Zambrano María de los Ángeles, Ramón Enrique Morán Angulo* y María Candelaria Valdez Pineda. Laboratorio de Ecología de Pesquerías, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa. Paseo Claussen s/n Col. Los Pinos. Mazatlán, Sinaloa. Teléfono y fax (669) 982-86-56 *morangulo@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

En la pesca ribereña costera de escama y tiburón que se efectúa en el Pacífico Mexicano, es importante conocer los procesos biológicos que desarrollan las poblaciones ilícitas; que permiten aprovechar determinada biomasa de la población mediante la actividad pesquera, los valores de los parámetros poblacionales reflejan dicho proceso y esto a su vez muestran el estado de aprovechamiento de los recursos en el momento de la extracción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los muestreos fueron semanales obteniéndose datos de 1,900 ejemplares de la captura comercial en el periodo comprendido de febrero 2006 a febrero del 2007. Se tomaron los parámetros biométricos: longitud total (LT), longitud furcal (LF), y longitud patrón (LP), la identificación sistemática de las especies de peces se realizó de acuerdo a claves de identificación convencionales y bibliografía consultada. Se determinaron indicadores biológicos- pesqueros de la fauna íctica. Se usaron los modelos propuestos por Ramírez y Rodríguez (1990), que calculan la Importancia Relativa (IR) y la Frecuencia de Ocurrencia (FO) en la pesca de las especies de importancia pesquera. Se determinó la abundancia relativa en forma de captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE), los indicadores de abundancia se determinaron considerando el viaje de pesca como la unidad de esfuerzo y la captura total por mes.

El área geográfica de Teacapán se encuentra (22°31' LN, 105°45' LO) en el sur, con un litoral de aproximadamente 170 km de largo (Fig. 1).

Mar adentro, el límite está fijado por la isobata de las 60 brazas (110 m), localizada a una distancia de la costa que varía desde 21 km frente a Mazatlán hasta 60 km frente a Teacapán.

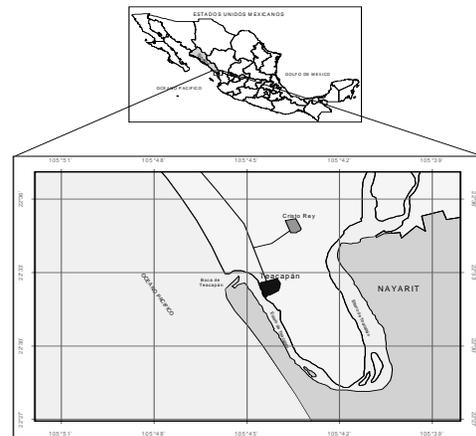


Figura 1. Localización geográfica de la zona de pesca en Teacapán, Sinaloa, México.

RESULTADOS

Se identificaron 26 especies, en 22 géneros y 15 familias. Las familias más representativas por su número de especies fueron: Lutjanidae (4), Ariidae (3) y Sciaenidae (3). Las especies con mayor presencia en la captura fueron Chihuil bandera (*Bagre panamensis*), sierra (*Scomberomorus sierra*) y curvina chana (*Scynoscion reticulatus*) (Fig. 2).

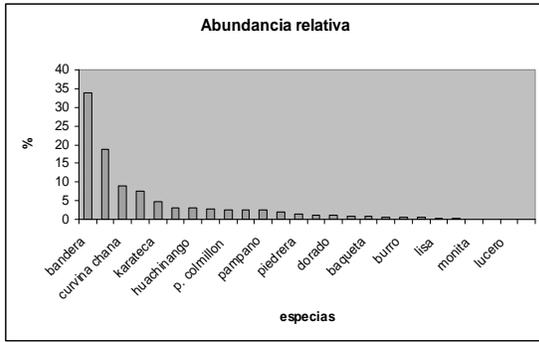


Figura 2. Composición de la abundancia relativa de las principales especies.

Los indicadores de Importancia Relativa de las especies capturadas, ubican con el valor más alto al Chihuil bandera con 33.34 %, seguido de la Sierra con 21.63. (Tabla I)

Tabla 1. Importancia Relativa (IR) y Frecuencia de Ocurrencia (FO) con respecto a las especies más representativas.

NOMBRE CIENTÍFICO	I.R.	F.O.
<i>Bagre panamensis</i>	33.34	75
<i>Scomberomorus sierra</i>	21.63	58.3
<i>Scynoscion reticulatus</i>	8.98	75
<i>Rhizoprionodon longurio</i>	6.0	50
<i>Arius platipogon</i>	4.81	25
<i>Diapterus peruvianus</i>	3.11	66.6
<i>Lutjanus jordani</i>	2.56	50
<i>Umbrina xanti</i>	2.52	33.3
<i>Trachinotus kennedy</i>	2.42	25
<i>Lutjanus peru</i>	1.96	8.3

La relación longitud peso de las especies más importantes indican la condición biológica de la población capturada como se especifica en la fig. 3, a,b,c,d.

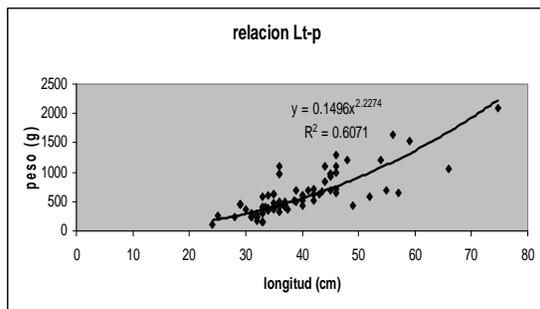


Figura 3a. Relación longitud peso de Chihuil bandera (*Bagre panamensis*).

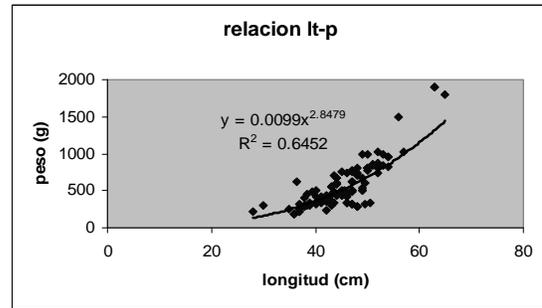


Figura 3b. Relación longitud peso de Sierra (*Scomberomorus sierra*).

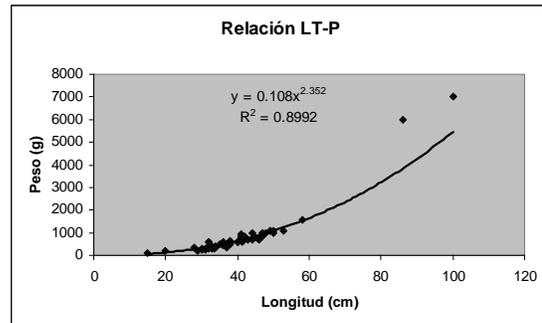


Figura 3c. Relación longitud peso de Curvina chana (*Scynoscion reticulatus*).

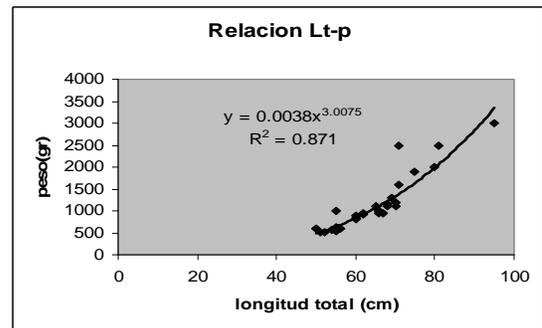


Figura 3d. Relación longitud peso de Bironche (*Rhizoprionodon longurio*).

La relación del valor logarítmico de la biomasa y las especies capturadas mostró una tendencia lineal negativa con valores altos de asociación ($R^2=0.95$) lo que indica una regresión en la importancia de las especies en la captura comercial (Fig. 4).

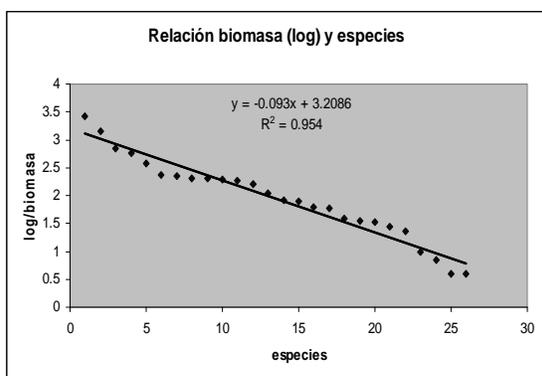


Figura 4. Relación biomasa (Log) y las especies identificadas dentro de la captura en Playa Sur, Teacapán, Sinaloa.

La captura por unidad de esfuerzo presentó variaciones mensuales con valores extremos que van de 172.5 kg/viaje como máximo en el mes de enero del 2007 y valores mínimos de 41.3 kg/viaje en octubre del 2006 (Fig. 5).

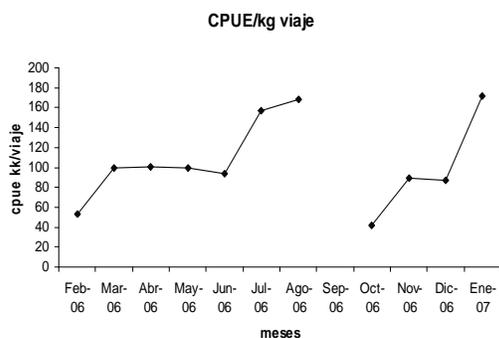


Figura 5. Captura por unidad de esfuerzo en kg/viajes por mes.

CONCLUSIONES

El número de especies registradas en el presente estudio (26), muestra la diversidad específica de la captura en la zona costera de Teacapán. El mayor porcentaje de captura lo presentaron Chihuil bandera (*B. panamensis*), (*S. sierra*) y Corvina chana (*C. reticulatus*). La importancia relativa nuestra que la especie que apareció más y representa el mayor porcentaje de captura es Chihuil Bandera con un 33.92% y un 75% de presencia mensual en el año estudiado. Seguido de la Sierra con 21.63% de IR y 58.3% de FO. De las especies de

tiburón es el bironche con un 6.0% de IR y un 50% de presencia anual y es el más representativo en la captura.

Las relaciones peso-longitud de las 4 especies más importantes muestran una ausencia de ejemplares grandes en la captura.

La biomasa presenta una tendencia negativa en relación con los valores de cada una de las especies estudiadas.

La captura por unidad de esfuerzo presentó fluctuaciones y son los meses de julio y agosto del 2006 y enero del 2007 los de mayor valor indicando abundancias altas.

Es el primer trabajo realizado en la zona sobre la pesquería costera de escama.

LITERATURA CITADA

Ramírez R. M.; C. Rodríguez M. (1990), Composición específica de la captura artesanal de peces en la Isla de Cerralvo B. C. S. México, Revista Inv. Marinas. CICIMAR, 5 (2) México.

COMPOSICIÓN, DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE MACROALGAS EN EL SISTEMA LAGUNAR ALTATA-ENSENADA DEL PABELLÓN, SINALOA, MÉXICO

María Julia Ochoa-Izaguirre¹, Manuel Asención Guerrero-Murillo¹, Domenico Voltolina², José Isidro Osuna-López¹, Gabriel López-López¹, Gildardo Izaguirre Fierro¹.

¹.- Facultad de Ciencias del Mar, UAS. Apdo. Postal 610, Mazatlán, Sinaloa.

².- Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Laboratorio UAS-CIBNOR, voltolin04@cibnor.mx

INTRODUCCIÓN

Las macroalgas son los productores más importantes de las aguas poco profundas, las cuales reciben aportes de aguas continentales que acarrearán materiales disueltos y particulados y diferentes residuos de las actividades humanas que son descargados a través de ríos, drenes y canales. Entre estos residuos están los nutrientes que son la principal fuente del incremento de la productividad vegetal que se refleja principalmente en la abundancia de macroalgas.

Las algas pueden ser utilizadas en la industria de transformación para obtener compuestos con alto valor agregado, por lo cual es necesario incrementar los estudios sobre su presencia, distribución y abundancia, y sobre el potencial de su explotación. Por este motivo, se realizó un estudio durante un ciclo anual sobre las macroalgas bentónicas del sistema lagunar Altata-Ensenada del Pabellón, con el fin de conocer la composición taxonómica de sus comunidades, y la distribución espacial y temporal de su biomasa.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron 17 estaciones para el muestreo cualitativo, tratando de cubrir la variedad de ambientes del complejo lagunar, de entre éstas, cuatro fueron para fines cuantitativos, en las cuales se realizaron seis muestreos entre febrero 2006 y enero 2007 (Figura 1).

En cada estación se establecieron dos transectos perpendiculares a la línea de costa a una distancia de 100 metros y con una longitud de 250 (E1B) y 500 metros (E3B, E8B y E13B). Las algas se recogieron en seis puntos a distancias regulares, en seis cuadrantes de 50 cm de lado ubicados al azar en cada punto (Vázquez y González, 1995; Alveal y Romo, 1995; Ochoa-Izaguirre, 1999). Las algas se guardaron en formaldehído al 4%, y su determinación taxonómica se realizó siguiendo el arreglo taxonómico de Wynne (1986).

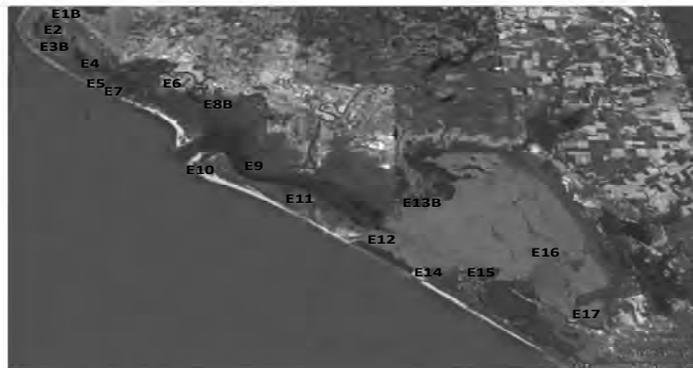


Figura 1. Ubicación de las estaciones de muestreo cualitativo; las estaciones E1B, E3B, E8B y E13B corresponden al estudio cuantitativo.

Las especies se separaron y pesaron *in situ* y se tomó una submuestra, que se secó en una estufa a 70°C hasta peso constante.

La similitud entre las estaciones del muestreo cualitativo se estableció a partir de una matriz de presencia/ausencia de especies por estación y época de muestreo a partir del índice cualitativo de Sorensen (Krebs, 1989). Los resultados se expresan en dendrogramas que representan las relaciones entre las muestras utilizando el método de agrupación UPGMA (Sneath y Sokal, 1973; Field *et al.*, 1982).

La distribución y la variabilidad cuantitativa de la biomasa macroalgal se estableció a partir de los datos medios de la biomasa de cada

uno de los 12 grupos de muestras (calculados en cada caso usando los datos de los seis cuadrantes) y se aplicó el programa Surfer 5.0, que permite conocer la abundancia y la variabilidad de cada especie en el área muestreada.

RESULTADOS

Se recolectaron 34 especies, de las divisiones Rhodophyta (16 especies: 47% del total 8 familias y 12 géneros) Phaeophyta (5 especies, 4 familias y 5 géneros) y Chlorophyta (13 especies, 5 familias y 7 géneros) (Tabla1).

Tabla 1. Distribución de las macroalgas en el sistema lagunar Altata-Ensenada del Pabellón.

Especie/Mes	Feb-06	Abr-06	Jun-06	Ago-06	Nov-06	Ene-07
División Rhodophyta						
<i>Stylonema alsidii</i>	x					
<i>Dasya sinicola</i>	x	x				
<i>Gracilaria turgida</i>	x					
<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Lomentaria sp.</i>	x	x				
<i>Gelidiopsis tenuis</i>		x				
<i>Grateloupia filicina</i>	x			x		
<i>Hypnea spinella</i>			x		x	x
<i>Hypnea valentiae</i>	x	x	x		x	x
<i>Bostrychia radicans</i>	x					x
<i>Chondria sp.</i>			x			
<i>Polysiphonia mollis</i>	x		x			
<i>Polysiphonia confusa</i>	x					
<i>Polysiphonia johnstonii</i>						x
<i>Ceramium equisetoides</i>						x
<i>Spyridia filamentosa</i>	x	x	x	x	x	x
División Phaeophyta						
<i>Ectocarpus simulans</i>	x	x				x
<i>Colpomenia ramosa</i>	x					
<i>Rosenvingea intricada</i>	x					x
<i>Dictyota divaricata</i>	x	x	x			x
<i>Sargassum sinicola</i>	x					
División Chlorophyta						
<i>Acetabularia farlowii</i>						x
<i>Caulerpa sertularioides</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Chaetomorpha linum</i>	x	x			x	x
<i>Cladophora sericea</i>	x					x
<i>Cladophora sp. 1</i>	x	x				
<i>Rhizoclonium riparium</i>	x		x	x		x
<i>Ulva clathrata</i>	x			x	x	x
<i>Ulva compressa</i>	x	x		x	x	x

Especie/Mes	Feb-06	Abr-06	Jun-06	Ago-06	Nov-06	Ene-07
<i>Ulva intestinalis</i>	x			x		x
<i>Ulva linza</i>	x					x
<i>Ulva lactuca</i>	x					
<i>Ulva prolifera</i>						x
<i>Codium amplivesiculatum</i>		x				

En cuanto a la abundancia de las macroalgas se cuantificaron siete especies en todo el sistema, siendo las más importantes en cuanto a presencia y abundancia dos de ellas; la clorofita *Caulerpa sertularioides* y la rodofita

Gracilaria vermiculophylla. En el caso de *C sertularioides* el valor máximo con 80.59 g/ m² se registró en noviembre de 2006 en la estación 3B (Tabla 2).

Tabla 2. Biomasa seca promedio (g/m²) de las especies de macroalgas más abundantes en el sistema lagunar Altata-Ensenada del Pabellón.

FECHA	ESPECIE	ESTACIÓN			
Feb 06	<i>Caulerpa sertularioides</i>	13.3±14.54	63.2±68.1	98.5±173.2	25.4±56.8
	<i>Cladophora sericea</i>	0.7±2.1	0	0	0
	<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	1.4±5.3	11.5±37.4	0	22.6±34.1
	<i>Ulva prolifera</i>	0	0	39.7±86.8	0
Abril 06	<i>C. sertularioides</i>	44.2±99.8	24.0±36.9	55.4±183.7	0
	<i>Sargassum sinicola</i>	57.5±111.5	0	0	0
	<i>G. vermiculophylla</i>	0	1.6±5.2	0	0
	<i>C. sericea</i>	0	0	15.4±47.9	0
Junio 06	<i>C. sertularioides</i>	17.4±39.1	7.4±8.4	0	0
	<i>G. vermiculophylla</i>	1.2±2.8	0	13.4±21.8	32.9±48.3
	<i>Spyridia filamentosa</i>	17.9±59.2	0	0	0
Agosto 06	<i>C. sertularioides</i>	103.3±108.2	2.2±7.3	0	0
	<i>G. vermiculophylla</i>	27.3±54.8	32.5±36.3	41.7±31.7	2.7±5.2
Nov 06	<i>C. sertularioides</i>	58.6±74.5	17.3±37.4	27.5±58.5	2.4±4.0
	<i>G. vermiculophylla</i>	40.0±68.9	80.6±90.5	27.4±70.4	0
Enero 07	<i>C. sertularioides</i>	64.9±78.1	0.2±0.8	2.2±7.3	0
	<i>G. vermiculophylla</i>	0	29.1±59.2	0.2±0.6	0.1±0.2
	<i>Ulva intestinalis</i>	0	0	2.6±8.6	6.9±6.1

CONCLUSIONES

La flora ficológica del sistema lagunar Altata-Ensenada del Pabellón está representada por 16 especies de la división Rhodophyta, cinco Phaeophyta y 13 Chlorophyta.

De acuerdo a la época de muestreo se encontró que la mayor riqueza de especies se presentó en el mes de febrero (frías) con 26

especies y la menor en agosto y noviembre (lluvias) con 8 especies. Asimismo las estaciones con mayor riqueza específica fueron las ubicadas en el subsistema Altata, lo cual se relacionó con el tipo de sustrato y una mayor transparencia del agua.

Según el análisis de similitud entre estaciones, se observó una mayor similitud ficológica en invierno-primavera, lo cual

está relacionado con el descenso de la temperatura que favorece la presencia de un mayor número de especies en esta época. Sin embargo, la mayoría de las algas encontradas en este sistema lagunar son especies efímeras y oportunistas, bien adaptadas a las variaciones ambientales que se presentan en estos ambientes como son el caso de la clorofita *Caulerpa sertularioides* y la rodofita *Gracilaria vermiculophylla* que estuvieron presentes en la mayor parte de las estaciones muestreadas en el sistema durante todo el ciclo de muestreo y que son consideradas típicas de estos ambientes.

Las especies cuantitativamente importantes fueron dos algas rojas, tres verdes y una café. Entre éstas, *C. sertularioides* alcanzó la máxima biomasa con 103.25 g/ m² en agosto 2006 en la estación 1B, mientras que el máximo para *G. vermiculophylla* (80.59 g/m²) fue en noviembre en la estación 3B.

G. vermiculophylla y *C. sertularioides* fueron las especies más abundantes en el sistema a lo largo del ciclo de muestreo. Por este motivo pueden considerarse como potencialmente explotables por ser especies de importancia económica en farmacología y en microbiología respectivamente.

AGRADECIMIENTOS

Investigación financiada por los proyectos FOMIX-GOBSIN-CONACYT-2005-COI-13, UAS-CGIP-PROFAPI-06-101, CIBNOR AC1.4 y SCPP de Altata, SC de RL. También se agradece al Biólogo Andrés “Archi” García su ayuda en los muestreos.

BIBLIOGRAFÍA

- Alveal, K. y Romo, H. (1995), Estudio zonacionales. 612-640, en: Alveal, K.; Ferreiro, M E.; Oliveira, E.C. y Sar E. (eds.) Manual de métodos ficológicos, Universidad de Concepción, Chile.
- Field, J.; Clarke, R. y Warwick, M. (1982), A practical strategy for analysing multispecies distributions patterns, Mar. Ecol. Progr. Ser. 8: 37-52.
- Krebs, C.J. (1989), Ecological Methodology, Harper and Row, New York. 653 pp.
- Ochoa-Izaguirre, M.J. (1999), Composición y distribución de macroalgas en el sistema lagunar de Urías (Mazatlán, Sinaloa, México): variación estacional de la biomasa en relación con la disponibilidad de nutrientes y algunos factores ambientales, tesis de Maestría en Ciencias. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Mazatlán, Sinaloa, México, 99 pp.
- Sneath, P.H. y Sokal, R.R. (1973), Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification, San Francisco, W.H. Freeman and Company, 375 pp.
- Vázquez, J.A. y González, J. (1995), Métodos de evaluaciones de macroalgas submareales, 643-675, en: Alveal, K.; Ferreiro, M.E., Oliveira, E.C. y Sar, E. (eds.) Manual de métodos ficológicos. Universidad de Concepción, Chile.
- Wynne, M.J. (1986), A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic, Can. J. Bot. 64: 2239-2281.

CALIDAD AMBIENTAL DE LA BAHÍA DE ALTATA-ESTERO TETUÁN VIEJO-OPORITO: VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS, NUTRIENTES Y ESTADO TRÓFICO

Isidro Osuna-López¹, Martín Frías-Espericueta¹, Domenico Voltolina-Lobina², Gabriel López-López¹, Alberto Cervantes-Atondo¹, Gildardo Izaguirre-Fierro¹, Héctor Zazueta-Padilla¹, Francisco Gómez-Galindo¹, Juana Camacho Gaxiola¹. ¹Lab. Estudios Ambientales UAS-CIBNOR. Fac. de Ciencias del Mar, UAS. ²Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, A.C. cgjiol@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, las cantidades de nutrientes en muchas áreas costeras, lagunas y estuarios en el mundo han incrementado considerablemente (Shen, 2001). El exceso de suministro de nitrógeno (N) y fósforo (P) provoca un incremento en la productividad biológica de los sistemas acuáticos costeros y conduce a la eutrofización de los mismos.

La contaminación de los sistemas acuáticos costeros provocada por la fertilización en exceso por N y P representa actualmente la mayor fuente de degradación que experimentan las zonas costeras en el ámbito mundial. Por lo que se han establecido criterios para evaluar sus estados tróficos y de salud ambiental (Wasmund *et al.* 2001).

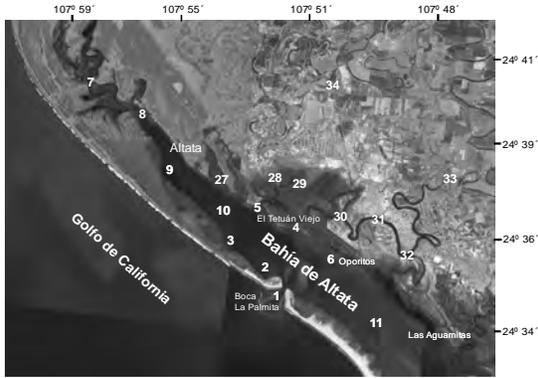
Muchos de los más importantes sistemas acuáticos costeros del noroeste de México están comenzando a presentar síntomas típicos de la contaminación por nutrientes (Páez-Osuna 2003), como son, mortandad de organismos acuáticos, pérdidas de pesquerías, malos olores, aguas sin oxígeno para los organismos e incluso la pérdida de ecosistemas.

El subsistema acuático bahía de Altata (BA)-estero Tetuán Viejo-Oporitos (ETVO) se localiza en una zona agrícola altamente tecnificada, camaronícola y de fuerte desarrollo poblacional y tiene gran relevancia ecológica, pesquera, ostrícola y turística. Actúa como el principal receptor directo de las aguas residuales agrícolas, pecuarias y urbanas generadas en la región comprendida por el municipio de Navolato, Sinaloa y recibe flujos de contaminantes como plaguicidas, metales pesados; materia orgánica y nutrientes (Osuna-López *et al.*, 1998, Frías –Espericueta *et al.*, 2005).

Con el objetivo de conocer en BA y ETVO, la situación de la calidad del agua en cuanto a nutrientes y su estado trófico para sugerir medidas preventivas a la contaminación por nutrientes como herramientas en la planeación del uso de sus recursos con fines de acuicultura y de pesca, se desarrolló el presente estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron muestreos mensuales durante un año, en diecinueve sitios distribuidos en el subsistema acuático (Fig. 1). Se determinó *in situ* el oxígeno disuelto (O₂), temperatura (T °C), salinidad (S) y pH; utilizando los métodos convencionales de electroquímica y potencio-metría. Las muestras de agua para análisis de nutrientes (N-NO₂⁻, N-NO₃⁻, N-NH₄⁺, y P-PO₄⁻³), y clorofila a (Cl-a) se colectaron utilizando una botella horizontal tipo Van-Dorn, considerando en la colecta, en la preservación y en su cuantificación química por espectrofotometría UV-visible los métodos y técnicas analíticas descritas por Grasshoff (1983). Los resultados de los análisis químicos obtenidos para cada una de las zonas de muestreo se promediaron por sitio de trabajo y mes de colecta y se compararon usando las pruebas estadísticas tradicionales (análisis de varianza o prueba de Kruskal-Wallis, comparaciones múltiples de Tukey o de Dunn), para establecer si existían diferencias significativas entre las características de cada lugar y ambiente de la laguna o entre las condiciones medias registradas en cada campaña de muestreo (Zar 1996).

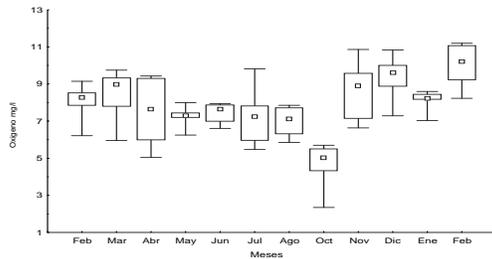


RESULTADOS

Bahía de Altata

La temperatura del agua presentó un mínimo de 18.8 °C en enero y un valor máximo de 31.7 °C en agosto. Estos valores coinciden con la variabilidad climática anual de la región, que se caracteriza por presentar los meses más cálidos en julio-septiembre y los meses fríos durante diciembre a marzo. La salinidad promedio anual calculada para las 11 estaciones de muestreo presentó valores que variaron de 30.8 g/kg en la estación 4, ubicada en la zona de influencia de las aguas de los esteros internos hasta 35.4 g/kg en la parte media interna de la Bahía.

Los valores promedio mensuales de O₂ presentaron un mínimo de 4.75 mg/l en octubre y un máximo de 10.1 mg/l en el mes de febrero.



(Fig. 2a).

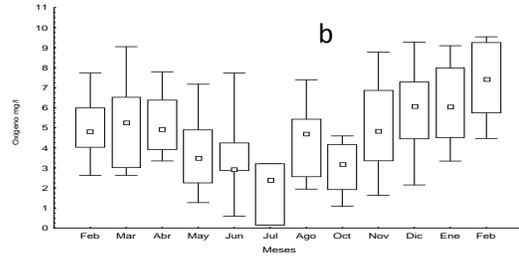
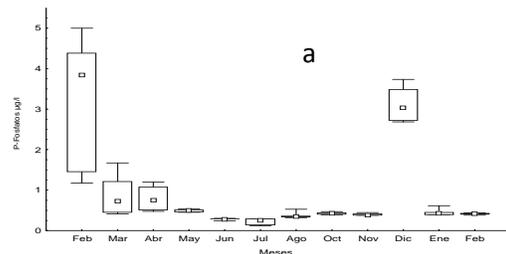


Figura 2. Mediana y cuartiles centrales y extremos del oxígeno del agua de la bahía de Altata (a) y Estero Tetuán Viejo-Oporitos (b).

Los valores de pH promedio anual por estación de trabajo presentaron un mínimo de 7.96, medido en la estación 7, ubicada en la región interna del sistema y el valor máximo fue de 8.6 en la estación 2 ubicada en las inmediaciones de la boca donde se desarrolla un ostricultivo. Los valores fueron muy similares en todas las estaciones.

La concentración promedio mensual de P-PO₄⁻³ calculada para las aguas de la BA presentó un máximo de 3.18 µg/l en febrero de 2006 (Fig. 3a), por mucho el valor más alto, y la concentración menor fue 0.04 µg/l medida en el mes de enero de 2007. Esta variabilidad estacional es muy notoria y característica de la mayoría de las lagunas costeras.

Los niveles de N-NO₃⁻ a través de los meses del año no presentó una tendencia bien definida, registrándose la concentración promedio mínima en febrero de 2006 con 4.09 µg/l y en el siguiente mes (marzo) la concentración promedio más alta con 30.8 µg/l. Los N-NO₂⁻ presentaron una tendencia a niveles menores en el periodo de invierno, con variaciones irregulares durante el resto del año, registrando un valor mínimo promedio para todo este subsistema de 1.81±1.50 µg/l en el último muestreo (febrero 2007) y un valor máximo en el mes de mayo con 9.07±1.64 µg/l.



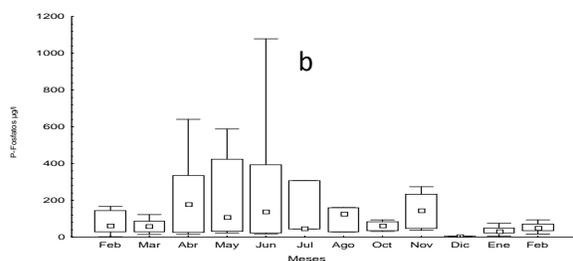


Figura 3. Mediana y cuartiles centrales y extremos de fosfatos (P-PO₄) del agua de la bahía de Altata (a) y Estero Tetuán Viejo-Oporitos (b).

Los valores promedio mensuales de N-NH₄⁺ calculados para las aguas de la bahía de Altata mostraron una concentración máxima de 230 µg/l correspondiente a febrero de 2007, y una mínima de 5.8 µg/l registrada en noviembre de 2006 (Fig. 4a).

La concentración media mensual de Cl-a calculada para las aguas de la BA mostró una concentración máxima de 10.6 µg/l en enero de 2007 y la mínima de 0.4 µg/l correspondiente al mes de febrero 2006 (Fig. 5a), presentando una variabilidad estacional muy notoria y característica de lagunas costeras. Las pruebas estadísticas confirmaron diferencias significativas entre las respectivas concentraciones mensuales de amonio y clorofila a.

Estero Tetuán Viejo-Oporitos.

La T °C media de los sitios de muestreo, varió entre 24.04±4.43 y 25.69±4.38 °C; el mínimo se registró en la estación 32 y el máximo en el sitio 30, ambas ubicadas en la parte intermedia del estero en la zona en que se encuentran ubicadas las granjas camaronícolas.

La S media mensual presentó valores mínimos en las estaciones más internas (33 y 34) del ETVO que se caracterizan por recibir directamente las descargas de aguas procedentes de las zonas agrícolas con concentraciones de entre 2.84±1.18 g/Kg y 4.88±3.87 g/Kg, respectivamente, mientras que los valores más altos se registraron en las estaciones 27, 28 y 29 ubicadas en las zonas de mayor influencia de agua de mar procedente de la BA y de efluentes de la granja camaronícola

con concentraciones de entre 31.96±2.83 g/Kg a 34.03±2.35 g/Kg.

Los valores medios mensuales de la concentración de O₂ presentaron un mínimo de 1.91±1.58 mg/l en julio y un máximo de 7.35±2.02 mg/l en febrero de 2007 (Fig. 2b). Con excepción del valor medio de pH 8.07±0.23, que se registró en la estación 27 del estero Tetuán, el resto de los valores medios anuales de este grupo de estaciones resultaron menores que el valor típico del agua de mar (8.0-8.2) pero mayores a pH 7 de las aguas dulces naturales.

Los valores mínimos de la concentración media anual de fosfatos del ETVO fueron de 26.46±16.47 µg/l y 28.97±18.56 µg/l, registrados en las estaciones que se encuentran más alejadas de la influencia de descargas agrícolas (estaciones 29 y 27) aunque la primera se encuentra expuesta a la influencia de efluentes de granja camaronícola y la segunda a descargas de aguas negras de la población del Tetuán y Altata. Los valores máximos (231.29 µg/l y 244.12 µg/l de P-PO₄⁻³) se cuantificaron en las zonas más internas del sistema (estaciones 33 y 34, respectivamente). Las concentraciones medias mensuales de P-PO₄⁻³ mostraron un máximo de 275.82 µg/l en junio de 2006, por mucho el valor más alto, y un mínimo de 2.89 µg/l (Fig. 3b) en diciembre.

El análisis estadístico de las concentraciones medias anuales de nitratos en las estaciones de muestreo, que variaron en el intervalo de 2.11±1.68 µg/l a 5.29±13.51 µg/l en las estaciones 27 y 28, no mostró diferencias significativas entre los sitios estudiados. La tendencia estacional de los niveles de nitritos fue similar a la registrada para los N-NO₃⁻, el valor mínimo fue durante julio-agosto 0.001 µg/l) y el máximo (4.77 µg/l) en el mes de marzo.

La concentración media mensual de N-NH₄ calculada para el agua del estero Tetuán Viejo-Oporitos presentó una concentración máxima de 353.84 µg/l de amonio correspondiente a febrero 2007, por mucho el valor más alto y

una mínima de 130.7 $\mu\text{g/l}$ registrada en marzo de 2006 (Fig. 4b).

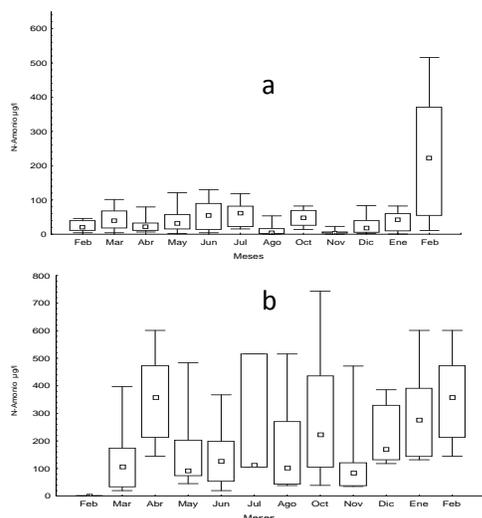


Figura 4. Mediana y cuartiles centrales y extremos de Amonio (N-NH_4) del agua de la bahía de Altata (a) y Estero Tetuán Viejo-Oporitos (b).

La concentración promedio mensual de Cl-a calculada para el agua del ETVO mostró un mínimo de 0.006 $\mu\text{g/l}$ y un máximo de 33.75 $\mu\text{g/l}$ correspondientes a diciembre de 2006 y enero de 2007 (Fig. 5b).

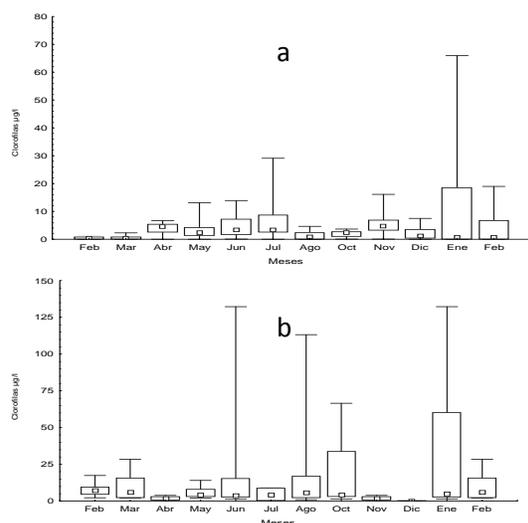


Figura 5. Mediana y cuartiles centrales y extremos de clorofila “a” del agua de la bahía de Altata (a) y Estero Tetuán Viejo-Oporitos (b).

DISCUSIÓN

La zona costera del centro de Sinaloa y sus sistemas acuáticos ha estado expuesta a fuertes presiones ambientales a partir del intenso desarrollo agrícola y poblacional durante las últimas cuatro décadas. La resistencia y flexibilidad de los sistemas costeros como BA y ETVO en términos de su capacidad de regular la presión ambiental ha sido amenazada por la contaminación y sobre-explotación de sus recursos, dentro de un marco de interacción constante del ecosistema ecológico y sistema económico.

De acuerdo a Karydis (2005) el tiempo de respuesta entre los procesos terrestres y su impacto sobre el ambiente marino, es realmente corto.

Por lo que la mayoría de las estrategias para describir la susceptibilidad estuarina-lagunar a los contaminantes y a la eutrofización comprenden técnicas de evaluación en los cuerpos de agua costeros como base para determinar y evaluar las medidas de manejo sobre reducción de nutrientes en el contexto de la respuesta de los sistemas acuáticos costeros. Páez-Osuna (2001) señala que estas estrategias inclusive podrían ser útiles cuando se pretende implementar programas de manejo integral costero y se busca optimizar el uso del suelo en las cuencas de drenaje, como la del río Culiacán donde concurren diferentes actividades antrópicas que descargan nutrientes.

Inicialmente se debe conocer el nivel de concentración de nutrientes y el estado de salud ambiental de los sistemas acuáticos, para determinar su estado trófico. Los aceptados por la mayoría de los especialistas son Oligotrófico, Mesotrófico, Eutrófico e Hipertrófico para referirse a sistemas que reciben bajo, intermedio, alto suministro y excesivo aporte de nutrientes.

La Agencia Ambiental del Reino Unido contempla que dentro de los indicadores ambientales de posible eutrofización costera se puede considerar los altos niveles de Cl-a y sugiere su uso como un indicador de manejo

potencialmente útil del impacto de la contaminación por nutrientes sobre los estuarios y mares costeros adyacentes. Las lagunas y estuarios que reciben aportes bajos de nutrientes se caracterizan por tener limitaciones de fósforo a través del año, en contraste a los sistemas costeros nutrificados (Nedwell *et al.* 2002); esto es concordante con los niveles bajos encontrados en cuanto a fósforo en las aguas de la bahía de Altata en comparación con las altas concentraciones de P-PO₄⁻³ en ETVO, que se caracteriza por recibir mayores flujos de nitrógeno y fósforo, procedentes de la agricultura. Por lo que con base en la clasificación de sistemas costeros de Ignatides *et al.* (1992) que considera los intervalos de concentración de nitrógeno y fósforo en las aguas, se puede establecer el estado trófico de BA y ETVO (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación trófica de las aguas de bahía de Altata y estero Tetuán Viejo-Oporito.

	Nutriente	Media (µg/L)	Estado Trófico
BA	P-PO ₄	0.93	Oligotrófico
	N-NO ₃	13.72	Eutrófico
	N-NO ₂	5.18	Eutrófico
	N-NH ₄	50.68	Eutrófico
ETVO	P-PO ₄	128.3	Eutrófico
	N-NO ₃	3.43	Oligotrófica
	N-NO ₂	0.56	Oligotrófica
	N-NH ₄	212.6	Eutrófico

De acuerdo con el índice para conocer el estado de salud ambiental de sistemas lagunares usado por Herrera-Silveira (2006), la mayoría de los meses presentaron concentraciones medias más altas que el valor de referencia (1 µg/l), por lo cual se puede considerar que en cuanto a los niveles de clorofila, el ETVO se encuentra en estado de eutrofización (Newton *et al.* 2003) y además, de acuerdo al criterio establecido por Smith *et al.* (1999), algunas zonas internas del estero Tetuán Viejo-Oporito ya alcanzaron el estado hipertrófico (clorofila “a” > 5 µg/l). Bahía de Altata no se encuentra sufriendo una eutrofización cultural, considerando la limitación de P-PO₄, sin embargo, ya empieza a

mostrar indicios en cuanto a clorofila a y N-NH₄⁺.

Entre las diversas medidas de saneamiento que describen Vollenweider *et al.* (1992) para controlar la contaminación por nutrientes, una vez que se han identificado los sistemas costeros susceptibles a la eutrofización y efectuado estimaciones sobre la contribución al aporte total de nutrientes por las principales fuentes a los mismos, consideran que se deben de realizar algunas de las siguientes acciones: 1) tratar las aguas municipales, 2) reducir al mínimo el empleo de fertilizantes, 3) reciclar en lo posible las aguas fertilizadas, 4) realizar la reingeniería de los sistemas de drenaje para fortalecer la autodepuración, 5) incrementar las tasas de renovación de los cuerpos de agua receptores, 6) crear sistemas recolectores para sedimentación, 7) utilizar procesos biológicos para depurar las aguas ricas en nutrientes.

En ese sentido, la bahía de Altata y estero Tetuán Viejo-Oporito reúne los elementos necesarios a través de sus humedales naturales y áreas diversas que podrían ser utilizadas para la construcción de humedales artificiales y/o la recuperación de algún porcentaje de la superficie de los mismos que se han destruido por diversas actividades de las poblaciones humanas asociadas: Estos ecosistemas combinados en un parque de remediación de aguas con los sistemas tecnológicos de tratamientos de aguas negras efluentes de las grandes y pequeñas poblaciones ribereñas al sistema acuático, es de esperarse que podrían mejorar la calidad del agua y disminuir los flujos de diversos contaminantes y mantener el equilibrio entre el ecosistema ecológico y el sistema económico con un plan estratégico de Manejo Integral de la Zona Costera

CONCLUSIÓN

Con base en las consideraciones hidrológicas de referencia, publicadas para sistemas costeros de Europa, que considera como sistemas acuáticos *estuarinos* aquellos con

salinidades de entre 0 y 35 g/Kg, y euhalinos aquellos con salinidades de entre 30 y 40 g/kg, el estero Tetuán Viejo-Oporito puede ser considerado un ambiente estuarino y la bahía de Altata un sistema costero de tipo *euhalino*.

De acuerdo con los índices de referencia de fosfatos, amonio y clorofila a, para clasificar la salud ambiental de sistemas costeros, se puede considerar que las aguas del estero Tetuán Viejo-Oporito se encuentran en mal estado de salud ambiental a consecuencia de la contaminación por nutrientes y se puede concluir que se encuentran en un proceso de eutrofización cultural. Mientras que la bahía de Altata se puede concluir que no presenta síntomas típicos de eutrofización pero ya empieza a mostrar indicios en cuanto a clorofila a y N-NH_4^+ .

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por los proyectos FOMIX-GOBSIN-CONACYT-2005-CO1-13, UAS-CGIP-PROFABI-06-101, CIBNOR AC1.4 y S.C.P.P. de Altata S.C. de R.L.

LITERATURA CITADA

- Frías-Espericueta M.G; Osuna-López J.I.; Estrada-Toledo F.J., López-López G. y Izaguirre-Fierro G. (2005), Heavy metals in the edible muscle of shrimp from coastal lagoons located in northwest Mexico, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 74: 1098-1104.
- Grasshoff, K.; Ehrhardt, M. y Kremling, K. (1983), *Methods of seawater analysis*, 2nd ed. Verlag Chemie, Berlin, 419 pp.
- Herrera-Silveria J. A. (2006), Coastal lagoon of Yucatán (SE, México): Research, diagnostic and management, *Lagunas costeras de Yucatán (SE, México): Inv. Diagn. y Man. Ecológicos* 19(2): 94-108, Sociedad Venezolana de Ecología.
- Ignatiades L, Karydis M., and Vounatsou P. (1992), A possible method for evaluating oligotrophy and eutrophication based on nutrient concentration scales, *Mar. Poll. Bull.*, 24(5), 238-243.
- Karydis M. (2005), Understanding marine eutrophication from agricultural runoff in semi-enclosed areas: a presentation of quantitative methodology, *Global NEST Journal*, 7, No. 2, pp 228-235.
- Nedwell D. B.; Dong L. F.; Sage A., and Underwood G. J. C. (2002), Variation of the nutrients loads to the Mainland U. K. Estuaries: Correlation with catchment areas, urbanization and Coastal eutrophication, *Estuar. Coast. Shelf Science*, 54, 951-970.
- Newton, A.; J.D. icely; M. Falcao; A. Nobre; J.P. Nunes; J.G. Ferreria and C Vale. (2003), Evaluation of eutrophication in the Ria Formosa coastal lagoon, Portugal, *Cont. Shelf Res.*, 23_1945-1916.
- Osuna-López J.I.; H. Zazueta-Padilla; G. López-López; M.G. Frías-Espericueta y G. Izaguirre-Fierro, Plaguicidas organoclorados y bifenilos policlorinados en organismos bioindicadores de contaminación en el Pacífico subtropical mexicano, en: *Biomonitorio de la contaminación en las aguas costeras del Pacífico Subtropical Mexicano*, Proyecto CONACYT-0185P-T-UNAM-UAS, Informe Técnico Final, Páez-Osuna F; J.I. Osuna-López y Vazquez-Botello A. (coords.).
- Páez-Osuna F. (2001b), Descarga de nutrientes procedentes de la camaronicultura, agricultura y las aguas municipales de la zona costera del Golfo de California, 193-208, In: *Camaronicultura y Medio Ambiente*, Páez-Osuna F. (ed), México: Inst. Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Programa Universitario de Alimentos, el Colegio de Sinaloa, 452 p.
- Páez-Osuna F.; Gracia A.; Flores F.; Lyle L.P.; Alonso R.; Roque A.; Ruiz A. C. (2003), Shrimp aquaculture development and the environment in the Gulf of California, ecoregio, *Mar. Poll. Bull.* 46 (7), 806-815.
- Shen, Z.L. (2001), Historical changes in nutrient structure and its influences on phytoplankton composition in Jiaozhou Bay, *Est. Coast. Shelf Sci.* 52:211-224.

- Smith S. V.; Camacho-Ibar V.; Herrera-Silveira J.A.; Valdes D.; David L.; Merino M. y Buddemier R. W. (1999), Quantifying groundwater flow using water budgets and multiple conservative tracers, pp. 96-105, in Smith S. V.; Marshall Crossland J. I., and Crossland C. J. (eds): LOICZ Report and Studies No. 13, Texel, the Netherland.
- Vollenweider R. A.; Marchetti R.; y Viviani R. (1992), Marine coastal eutrophication, Elsevier, The Netherlands, 1310 p.
- Wasmund N.; Andrushaitis A.; Lysiak-Pastuzak E.; Muller-Karulis B.; Nausch G.; Neumann T.; Ojaveer H.; Olenina I.; Postel L., and Witel Z. (2001), Trophic status of the south eastern Baltic Sea: A comparison of coastal and open areas, *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 53: 849-364.
- Zar, J.H. (1996), *Biostatistical analysis*, 3^a ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. 662 pp.

MOLUSCOS BIVALVOS DE LA BAHÍA DE ALTATA Y ESTERO TETUÁN, SINALOA

*Librada Sánchez Osuna¹, Paola Alarcón Garzón¹, J. Isidro Osuna López¹, Domenico Voltolina², José Salgado Barragán³, Gildardo Izaguirre Fierro¹, Martín Frías Espericueta¹, Gabriel López López

⁽¹⁾Laboratorio de Estudios Ambientales, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa ⁽²⁾ Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Laboratorio UAS-CIBNOR ⁽³⁾ Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM, Unidad Mazatlán. sanchezlalis@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Las lagunas costeras son ecológica y económicamente importantes porque son altamente productivas, aportan energía al ecosistema marino y son áreas de refugio, de reproducción y de crecimiento para distintas especies marinas y terrestres. Entre éstas, los moluscos son importantes como alimento humano y como indicadores del estado de contaminación de las lagunas costeras. Por este motivo es necesario conocer la diversidad y estabilidad de sus comunidades, en particular de la macrofauna malacológica, que es uno de los grupos más utilizados en programas de seguimiento de los efectos de la contaminación y de otras perturbaciones sobre las comunidades bentónicas.

El sistema Altata-Ensenada del Pabellón ha sido objeto de numerosos estudios morfológicos, de su sedimentología, balance de agua y de nutrientes, y de su estado de contaminación. Se encuentra ubicado en la parte centro norte de la planicie costera del estado de Sinaloa, recibe descargas municipales e industriales a través del río Culiacán, además de los desechos de agroquímicos (pesticidas y fertilizantes) de la agricultura (Fig 1).

Existen pocos estudios biológicos previos de la estructura de las comunidades de los moluscos de este sistema. La única investigación se refiere al sub-sistema Ensenada del Pabellón y reportó 101 especies de moluscos (Salgado-Barragán, 1993). Existen estudios sobre los moluscos de otras lagunas costeras de Sinaloa: en San Ignacio-bahía Navachiste, Álvarez Romo *et al.* (2007) reportaron 40 especies, en comparación con las 72 reportadas por Ortiz Arellano (2005).

Hernández-Real y Juárez (1988) encontraron 55 especies en Topolobampo y Hubbard Zamudio (1983) reportaron 17 spp en el Estero de Urías.

El presente estudio se realizó con el fin de aportar información sobre la comunidad de bivalvos del subsistema bahía de Altata, que pertenece al complejo lagunar-estuarino Altata-Ensenada del Pabellón. Éste es un cuerpo de agua semi-paralelo a la costa, que ocupa aproximadamente 360 km² (Altata 76 km²). Se localiza en la porción centro-norte de la planicie costera de Sinaloa, entre los 24° 20' y 24° 40' N y 107° 30' y 108° 00' W (Fig. 1)

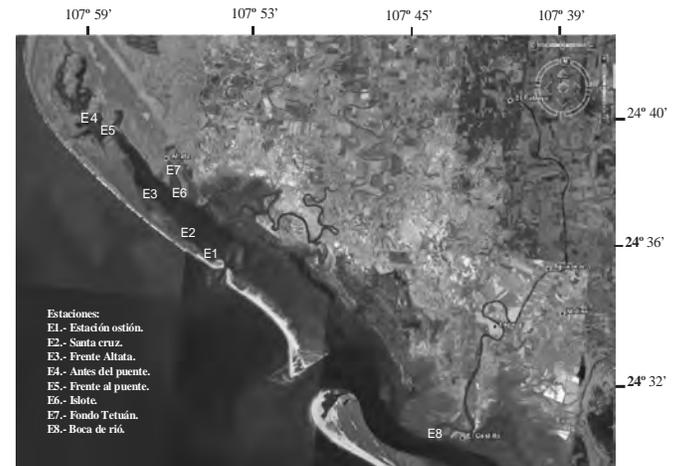


Figura 1. Área geográfica y sitios de muestreo. (Tomado de Google Herat, 2007).

MATERIAL Y MÉTODOS

Trabajo de campo y laboratorio.

En el periodo febrero 2006 a enero 2007 se realizaron muestreos bimensuales en la zona intermareal de ocho estaciones distribuidas en la bahía de Altata y en el estero El Tetuán, desde la boca hacia las zonas internas de este sistema (fig. 1). Los muestreos se hicieron

usando cuadrantes de 1 m² ubicados a distancia de 15 m a lo largo de dos transectos paralelos de 100 m de longitud, perpendiculares a la costa. Las muestras se depositaban en bolsas de plástico y se llevaban al laboratorio donde los organismos se contaban, identificaban con el apoyo de la literatura relevante (Keen, 1975; Brusca, 1980 y Poutiers, 1995) y la colección de referencia del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, y se preservaban en formol o alcohol, con sus respectivas etiquetas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La temperatura del agua varió de 19 a 32 °C en enero y en agosto, la salinidad promedio fue de 35 g/kg.

En total, durante las seis campañas de muestreo se colectaron 10,095 bivalvos pertenecientes a 5 órdenes, 14 familias, 22 géneros y 34 especies. En orden de abundancia, las especies de importancia comercial más relevantes fueron *Chione californiensis* (almeja blanca), *Chione subrugosa* (almeja rayada o roñosa), *Crassostrea palmula* (ostión chino), *Chione undatella* y *Megapitaria squalida* (almeja chocolata) (fig. 2).

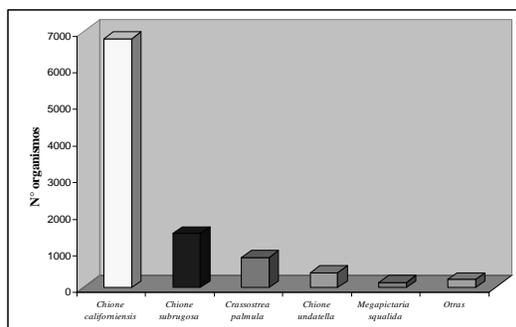


Figura 2. Abundancia total de las especies de bivalvos durante el ciclo anual en bahía de Altata, Sin.

La familia Veneridae, con un total de 8,931 organismos, estuvo representada por seis géneros y diez especies de las cuales la más representativa fue la almeja blanca *Chione californiensis* con un 75% (Fig. 3).

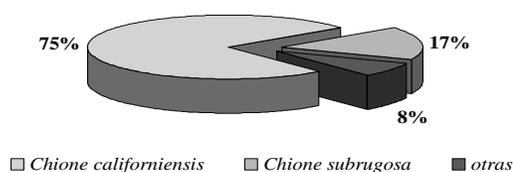


Figura 3. Abundancia porcentual de las especies de la familia Veneridae.

En todos los muestreos, las máximas tallas de *C. californiensis* se encontraron en las estaciones cercanas a la boca (Est. 1, 2 y 3) y las menores se registraron en el interior de la bahía (Est. 4 y 5: Fig. 4).

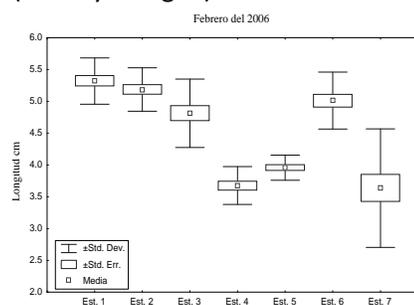


Figura 4. Longitud media y desviación estándar de *Chione californiensis* en el mes de febrero del 2006.

CONCLUSIONES

La comunidad de bivalvos intermareales de la bahía de Altata está integrada por 14 familias, 22 géneros y 34 especies.

Las familias más abundantes fueron: Veneridae (87 %), Ostreidae (9 %) y en total, las diez familias restantes sólo alcanzaron el 4%.

Las especies dominantes fueron *Chione californiensis* (75%) y *C. subrugosa* (17%). Las de importancia comercial de la familia Ostreidae, Pinnidae y Mytilidae más abundantes fueron *Crassostrea palmula*, *Mytella strigata* y *Atrina maura*.

Las máximas tallas de *Chione californiensis* se encontraron en las estaciones cercanas a la boca y las tallas más pequeñas en el interior de la bahía Altata, por lo cual las zonas

cercanas a la boca son las más recomendables para el cultivo de bivalvos.

AGRADECIMIENTOS

Estudio financiado por los Proyectos FOMIXSIN-2005-COI-13; UASPI-PROFAPI-06-101 y CIBNOR AC1.4 y apoyado por las S.C.P.P. de Altata, S.C. de R.L.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez-Romo, J.C.; Ortiz-Arellano, M.A.; Flores-Campaña, L. M. y Arbola-González, F. (2007), Moluscos de la isla San Ignacio de la bahía de Navachiste, Sinaloa, México, 38-40, en: Río-Jara, E.; Esqueda-González, M.C. y Galván-Villa, C.M. (eds.), Estudios sobre la malacología y conchiliología en México, Universidad de Guadalajara y Sociedad Mexicana de Malacología, Guadalajara, Jalisco, México

Brusca, R.C. (1980), Common intertidal invertebrates of the Gulf of California, University of Arizona Press, Tucson, 638 pp.

Hernández-Real, M. T. y J. Juárez-Arroyo (1980), Inventario de algunas especies de la flora y fauna bentónicas en las bahías de Topolobampo, Sinaloa, México, Dirección General de Oceanografía; Secretaría de Marina, México, 69 pp

Hubbard-Zamudio W. (1983), Estudio de los crustáceos decápodos y molusco en el estero del Urías, Puerto de Mazatlán, Sinaloa, en relación con la presencia del mangle, tesis profesional, Universidad Autónoma de Guadalajara, 74 pp.

Keen, A.M. (1975), Sea shells of tropical West America, Marine mollusks from Baja California to Peru, 2nd Stanford Univ. Press, 1064 pp.

Salgado-Barragán, J. (1993), Caracterización de las comunidades de macro moluscos y crustáceos decápodos del sistema lagunar de ensenada del Pabellón, Sinaloa, México: composición, taxonomía, diversidad, abundancia y distribución, tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, 120 pp.

Magurran, A.E. (1988), Ecological diversity and its measurement, Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.

Ortiz-Arellano, M.A. (2005), Sistema y ecología de la malacofauna de la zona intermareal de las islas de la bahía de Navachiste, Sinaloa, México, tesis de Maestría en Ciencias, Inst. Politécnico Nacional-CIDIR, 147 pp

Poutiers, J. M. (1995a), Bivalvos (Acephala, Lamellibranchia, Pelecypoda), 100-297, en: Fisher, W.; Krupp, F.; Schneider, W.; Sommer, C.; Carpenter, K.E. & Niem, V.H. (eds.), Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental, volumen I. Plantas e invertebrados, Roma, Italia.

Salazar-Navarro, I. y Macías-Sánchez, V.(2000), Dictamen técnico-biológico del potencial de explotación máximo recomendable de almeja chocolata (*Megapitaria squalida*), almeja blanca (*Chione californiensis*) y almeja candelota (*Anadara tuberculosa*) en la bahía de Altata, Sin, Documento interno, CRIP-Mazatlán, Inst. Nal. de la Pesca, 11 pp.

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE CULIACÁN, SINALOA EN EL PERIODO DE 1991 A 2005

Wenseslao Plata Rocha^{1y3}, Leonardo Ayala Baldenegro^{2*}, Víctor Hugo López Vazquez³, Manuel Trejo Soto¹, Edgar Benjamín López Camacho², Carlos Guadalupe Chon Lopez². ¹Escuela Ciencias de la Tierra de la UAS, ²Escuela de Biología de la UAS, ³Estudiante del Doctorado en Cartografía, SIG y Teledetección del Departamento de Geografía UAH. *pupma@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

El crecimiento urbano es en la actualidad uno de los procesos sociales, físicos, económicos y ambientales más importantes en el mundo y su gestión está considerada como uno de los principales retos para los gobiernos en un futuro. El proceso urbano no sólo produce impactos a escala local, sino que su influencia puede apreciarse en lo regional y global, por lo que el fenómeno de crecimiento es uno de los principales responsables de gran parte de los cambios de uso del suelo producidos en el planeta, ejerciendo una enorme presión sobre el territorio y sus recursos naturales; afectando la calidad de vida de las personas y la sostenibilidad global del planeta (OSE, 2006; EEA, 2006; Turner *et al.* 1990).

Estudios recientes indican que para finales del 2007 más del 50% de la población mundial habitará en núcleos urbanos y para el año 2030 esta cifra alcanzará los 5,000 millones de personas, lo que representará el 84% del total de la población (ONU, 2004). Gran parte de ese crecimiento se producirá en ciudades de países en vías de desarrollo, que crecerán al doble que las de países desarrollados, lo que incrementará el déficit en infraestructura, viviendas, servicios y oportunidades (Hinrichsen *et al.* 2002).

Para México, estas tendencias no son diferentes y se espera que a mediano plazo la población urbana llegará a superar el 80% del total nacional (INEGI, 2002). En este contexto, a pesar de que la ciudad de Culiacán no se presenta como uno de los principales núcleos urbanos en el ámbito nacional, su influencia regional y su hegemonía estatal ha repercutido en el crecimiento de su área urbana, ya que en tan solo quince años (1990–2005), la

población registró un aumento del 46%, en tanto que la superficie ocupada se extendió en un 60%, aproximadamente.

Este crecimiento urbano, que se ha presentado en mayor medida de forma horizontal, demanda mayor cantidad de suelo para su desarrollo en deterioro de las zonas agrícolas y de vegetación natural de la zona. Aunado a esto, la deficiente planeación no ha podido frenar la aparición de asentamientos de forma desorganizada por lo que se han potenciado los problemas de carácter estructural, como la falta de infraestructura para mitigar los riesgos naturales o la escasez de servicios básicos en dichas áreas.

La falta de información sobre la planeación del crecimiento del área urbana en el periodo 1991-2005 y el referente cartográfico respectivo, indica que las autoridades no están aplicando estrategias de crecimiento urbano apegadas a lineamientos sobre el cambio de usos del suelo para este fin, donde se incluyan las fuentes alternativas con las cuales poder determinar dicho crecimiento. En consecuencia, el incremento de la superficie urbana de una forma desordenada, trae consigo una serie de contrastes y disparidades. Así, se tienen evidencias, entre otras, en lo referente a la introducción de servicios públicos; sistema de drenajes pluviales (incluyendo los nuevos fraccionamientos); creación de asentamientos irregulares. Impactando en el deterioro de la calidad de vida de los culiacanenses.

Debido a esto, resulta de gran interés desarrollar metodologías que permitan describir, evaluar y explicar dicho crecimiento y que éstas asistan, paralelamente, en la formulación de estrategias capaces de articular el desarrollo de las actividades económicas, las infraestructuras, los servicios

y el cuidado del medio ambiente (Barredo *et al.* 2004).

Frente a este contexto, el trabajo plantea como objetivo principal desarrollar un estudio del crecimiento urbano de la ciudad de Culiacán, el cual permita identificar y cuantificar, de manera práctica, las zonas urbanas de mayor crecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

La ciudad de Culiacán se encuentra localizada entre las latitud $24^{\circ} 52'$ y $24^{\circ} 42'$ Norte y entre las longitud $107^{\circ} 18'$ y $107^{\circ} 31'$ Oeste, en la parte centro del estado (Figura 1). Es la ciudad capital del municipio y del estado, y una de las ciudades con más desarrollo económico en el estado y el país. La población de la ciudad de Culiacán al año 2005 es de 605,304 habitantes, con un aumento de 45% en los últimos quince años.



Figura 1. Localización del área de estudio.

Materiales

Para el desarrollo del trabajo, se utilizaron recursos localizados en Internet que proporcionaron información con la suficiente calidad para poder realizar el análisis cartográfico. De esta forma, a través del servidor *Global Land Cover* se obtuvo la escena que abarca la zona de estudio en imágenes Landsat con resolución de 30 metros (Path 32 Row 43) para 1991 (sensor TM) y para 2001 (sensor ETM); mientras que para obtener el área urbana de 2005 se utilizó el visualizador

Google Earth que utiliza imágenes *Quickbird* con resolución de 60 cm. El uso de imágenes *Landsat* ya ha sido probado en estudios urbanos (Briceño; 2003; Guindon *et al.* 2004; Yuan, *et al.*, 2005; Tian, *et al.* 2005; Kaya & Curran, 2006), mientras que *Google Earth* cuenta con la resolución suficiente para determinar áreas urbanas por lo que su uso resulta factible como fuente cartográfica.

De manera complementaria, se utilizó el mapa en formato vectorial de la ciudad de Culiacán, el cual contiene los límites urbanos, manzanas, AGEB, ríos, etc. Además, se contó con la población del censo de los años de 1990, 2000 y 2006.

Métodos

Los estudios de áreas urbanas a partir del uso de Teledetección y Sistemas de Información Geográfica ofrecen considerables ventajas para generar cuantificar y validar los datos espaciales sujetos de estudio. Su importancia ya ha sido probada en diversas investigaciones orientadas a definir e identificar entidades espaciales relevantes, cambios de usos de suelo, patrones de crecimiento y modelos de predicción. (Masser *et al.* 2001; Molina, 2004; Wu *et al.* 2004; Tan *et al.* 2005; Yin, *et al.* 2005; Kaya & Curran, 2006).

En lo que respecta al uso de imágenes de satélite orientado a la detección de cambios, en las dos últimas décadas han surgido gran variedad de técnicas matemáticas y geográficas orientadas a poder obtener la mayor precisión posible en cuanto a la clasificación de éstas. Aunque estos estudios han mostrado ser útiles en muchas aplicaciones, aún no existe un consenso sobre cuál es el mejor método a ser empleado, por lo que éste va a depender de la disponibilidad de los datos, de la extensión del área de estudio, del tiempo de ejecución, de las limitantes informáticas y sobre todo, del tipo de aplicación (Seto *et al.* 2002)

En este estudio, la determinación del área urbana, en las tres fechas propuestas, se basó en la utilización combinada de técnicas de clasificación digital y técnicas de corrección visual. De esta manera, se partió de una

clasificación supervisada de la imagen de 1991 utilizando una combinación de bandas 4-5-3, en la cual era posible distinguir los diferentes comportamientos espectrales de los elementos del terreno, se obtuvieron campos de entrenamiento para esa imagen y así generar 4 clases: Agua, Agricultura, Vegetación natural y Urbano; y se les aplicó el método denominado máxima verosimilitud. Debido a que el problema de clasificar imágenes para la obtención de áreas urbanas es la mezcla de diversos elementos que se encuentran dentro de ella y la confusión de firmas espectrales que de ello se deriva, se realizó un posprocesamiento de la imagen a través de una inspección visual y se corrigió de manera manual aquellas áreas en las que la clasificación no resultó satisfactoria para esta clase con el fin de reducir los errores.

Una vez obtenida la clasificación para 1991, se extrajo la clase correspondiente a la mancha urbana para sobreponerla en la imagen Landsat de 2001, se editó ésta sobre la imagen de 2001 y se establecieron los nuevos límites para este año. Finalmente, para determinar el área urbana de 2006, se utilizó el visualizador *Google Earth* y las imágenes *Quickbird* contenidas en éste para digitalizar los nuevos límites de la ciudad al año 2006.

Una vez procesados los mapas del área urbana se aplicó la metodología desarrollada por Pontius *et al.* (2004), para poder determinar las transiciones sistemáticas significativas que se produjeron por el crecimiento urbano, se obtuvieron los valores de las ganancias y las pérdidas; el cambio neto y los intercambios; el cambio total ocurrido y las persistencias presentes durante el periodo de tiempo establecido.

Para ello, se partió de una matriz de tabulación cruzada (que en el estudio de usos de suelo comúnmente se denomina matriz de cambios) que resulta de cruzar dos mapas de las diferentes fechas (mapa1991 y mapa 2001; mapa 1991 y 2005; mapa 2001 y mapa 2005).

Finalmente, la metodología fue implementada dentro del software *Idrisi Andes*. La clasificación de los mapas se obtuvo con los

comandos *Makesig* y *Maxlike*, los mapas de crecimiento de las zonas urbanas se obtuvieron por medio del modulo *Land Change Modeler* y la matriz de tabulación cruzada utilizando el comando *Cross tab*.

RESULTADOS

Del análisis de clasificación de la imágenes se obtuvieron los mapas de cobertura del suelo para el año 1991, 2001 y 2005 con 4 categorías generales: Agua, Agricultura, Vegetación natural y Urbano (Figura 2, 3 y 4).

A partir de dichos mapas se procedió a obtener el crecimiento de las zonas urbanas. Partiendo del hecho de que la ciudad de Culiacán en el año de 1991 contaba con aproximadamente 5,500 hectáreas y para el año 2005 ésta se había expandido hasta alcanzar un aproximado de 8,800 hectáreas. Asimismo, respecto al área que existía en 1991 se determinó que la ciudad había crecido un 40.46% para 2001; mientras que para 2005 ese crecimiento había alcanzado el 60.01%. En lo que respecta al cambio producido entre 2001 y 2006, éste presentó solamente un 13.12%, por lo que se puede decir que se está presentando una pequeña desaceleración del crecimiento urbano con respecto a la presentada en la década anterior (Tabla 1).

No obstante, este crecimiento ha provocado cambios en la cobertura de suelo afectando principalmente a los terrenos agrícolas, los cuales han visto disminuida su extensión en aproximadamente 1,087 hectáreas durante el periodo de estudio, mientras que la vegetación natural fue de 2,199 hectáreas (Tabla 2).

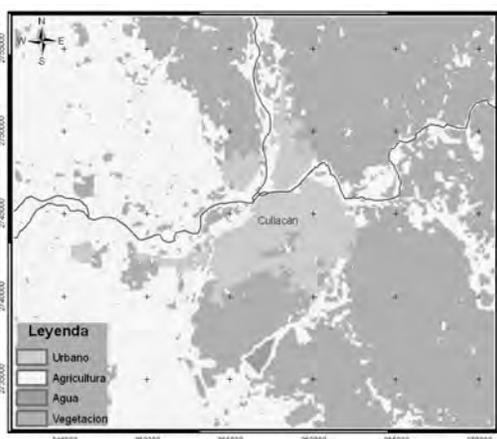


Figura 2. Cobertura del suelo 1991.

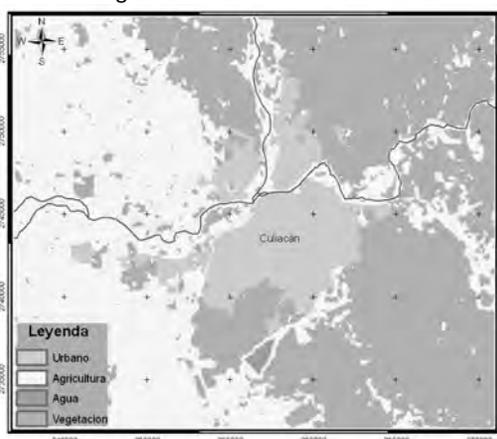


Figura 3. Cobertura del suelo 2001.

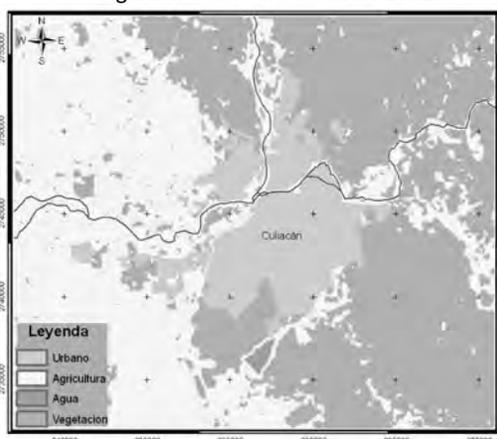


Figura 4. Cobertura del suelo 2006.

Tabla 1. Crecimiento de la superficie urbana de la ciudad de Culiacán.

Año	Superficie Urbana has.	% al 1991	% al 2001
1991	5,483.1	0.00	
2001	7,756.4	41.46	0.00
2005	8,773.7	60.01	13.12

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Resumen de las ganancias (G) y pérdidas (P) de las categorías de uso del suelo.

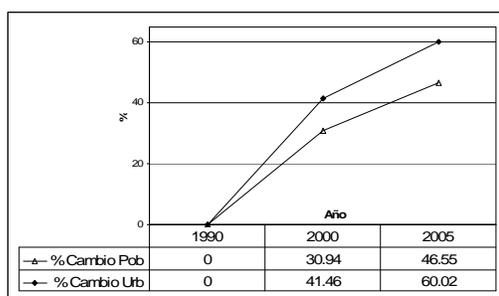
Categoría	1991 - 2001		2001 y 2006		1991 y 2005	
	G	P	G	P	G	P
Urbano	2,274	-	1,017	-	3,292	-
Agrícolas	-	621	-	466	-	1,087
Agua	-	-	-	-	-	-
Vegetación	-	1,651	-	548	-	2,199

Fuente: elaboración propia.

Como respuesta a lo anterior, se pudo observar que el crecimiento de la mancha urbana supera al crecimiento de la población (Tabla 3), lo que indica que la ciudad se extiende bajo una estructura urbana laxa con espacios abiertos y hacia todas las direcciones, dando como resultado que se tenga una baja densidad de población (69 hab/ha al año 2005). Este modelo de crecimiento ha sido definido como el modelo físico de la extensión de baja densidad de áreas urbanas grandes en condiciones de mercado, principalmente en áreas agrícolas circundantes (*Urban Sprawl in Europa*, EEA, 2006).

Por otro lado, de las zonas de crecimiento urbano que se ilustran en la figura 5, se desprende que el crecimiento de las zonas urbanas se ha desarrollado por agregación a las zonas urbanas existentes, debido, principalmente, a la accesibilidad a y la disponibilidad de los servicios públicos.

Tabla 3. Crecimiento de la superficie urbana y crecimiento de la población de Culiacán.



En cuanto a los patrones espaciales que está siguiendo la ciudad, se observó que no

existe una tendencia definida del crecimiento ya que se está presentando en varias direcciones: al norte, en las cercanías del poblado Loma de Rodriguera; al noreste, en las inmediaciones de la colonia La Lima y carretera a Imala; al este, sobre la carretera a Sanalona; al sureste, en las cercanías del mercado de abastos; al este, sobre la avenida prolongación Álvaro Obregón y la Carretera Costerita (incluye el fraccionamiento privado La Primavera); al suroeste, en las cercanías al aeropuerto; al oeste, en las inmediaciones de la Universidad de Occidente; y al noroeste, entre la carretera que va a Mochis y el río Humaya (en Santa Fe). Además, del Plan Tres Ríos cuyos distintos proyectos específicos no han tenido una justificación convincente como el Proyecto de La Isla Musala.

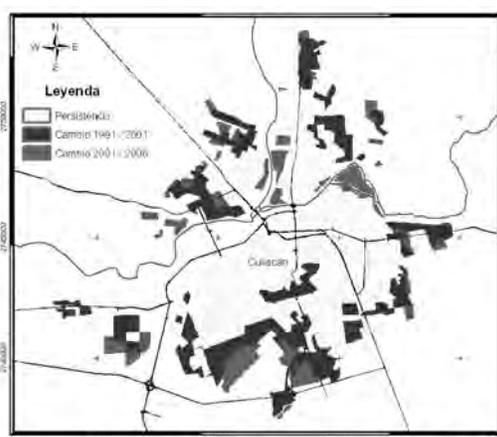


Figura 5. Crecimiento urbano de 1991 -2006.

CONCLUSIONES

En primer lugar, se puede decir que con la metodología empleada se logró cumplir el objetivo principal de este trabajo —determinar de una manera práctica el crecimiento urbano de la ciudad de Culiacán, Sinaloa, en los últimos 15 años.

En segundo lugar, se determinaron los patrones de crecimiento de la ciudad y se obtuvo —con cierto grado de certidumbre— que dicho crecimiento se da en deterioro de las zonas agrícolas y la vegetación natural de la zona.

En tercer lugar, es necesario decir que en este trabajo se plantean los primeros pasos en el análisis de los cambios de uso del suelo de la ciudad de Culiacán, utilizando Tecnologías de la Información Geográfica (SIG y Teledetección), y se demuestra que la introducción de estas tecnologías en estudios del territorio aportan ventajas en cuanto a la cantidad y calidad de datos que se pueden utilizar, aumentando la precisión en los trabajos.

Por último, se debe insistir que si bien este trabajo muestra las tendencias de crecimiento de la ciudad a través de mapas de cobertura del suelo, es necesario, para trabajos futuros, la elaboración de la cartografía con rasgos a mayor detalle, que no sólo definan la cobertura del suelo, sino que se identifique el uso que se le está dando al territorio (industria, comercio, urbano, vertederos, ríos, canales, lagos, agricultura de riego y de temporal, suelo desnudo, matorral, etc.) lo cual permitirá, además de identificar y cuantificar los cambios, realizar una evaluación y medir en qué grado se ha cumplido el principio de sostenibilidad.

AGRADECIMIENTOS

La realización del presente proyecto fue posible por el apoyo financiero de la Convocatoria 2006 del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

BIBLIOGRAFÍA

- Alo, C. A. and Pontius, R. G. Jr. (2006), “Identifying systematic land cover transitions using remote sensing and GIS: The fate of forests inside and outside protected areas of Southwestern Ghana”, en prensa en *Environment and Planning B*, pp. 1-20.
- Barredo J. I.; Demicheli, L. Lavalle; C. Kasanko, M. y McCormick, N. (2004), “Modelling future urban scenarios in developing countries: an application case study en

- Lagos, Nigeria”, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 32, pp. 65-84.
- European Environment Agency (2006), *Urban sprawl in Europe, the ignored challenge*, EEA Report N° 10/2006.
- Hinrichsen, D.; Salem, R. y Blackburn, R. (2002), *El gran reto urbano*, Population Reports, Serie M, N°. 16, Baltimore, The Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health, Population Information Program.
- Kaya, S.; Curran, P (2006), "Monitoring urban growth on the European side of the Istanbul metropolitan area: A case study," *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 8(1): 18-25.
- Masser, I. (2001), "Managing our urban future: the role of remote sensing and geographic information systems", *Habitat International*, 25(4): 503-512.
- Molina, M. (1998), *Análisis de calidad ambiental de vida para la ciudad de Maracay, Venezuela usando la Teledetección y los SIG*, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Alcalá, Doctorado.
- ONU (2004), "Executive Summary". *World Urbanization Prospects: The 2003 Revision*, Nueva York: División de Población, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, Naciones Unidas.
- Observatorio de la Sostenibilidad en España (2006), *Cambios de ocupación del suelo en España, implicaciones para la sostenibilidad*, Observatorio para la Sostenibilidad en España, Alcalá de Henares, Madrid, impreso por Artes Gráficas Cuestas S. A.
- Pontius, R. G. Jr.; Shusas, E.; McEachern, M. (2004), "Detecting important categorical land changes while accounting for persistence", *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 101, pp. 251-268.
- Seto, K.; Woodcock, C.; Song, C.; Huang, X.; Lus, J.; Kaufmann, R. (2002), "Monitoring land-use change in the Pearl River Delta using Landsat TM", *International Journal of Remote Sensing*, 23 (10): 1985-2004.
- Tan, M.; Li, X.; Xie, H.; Lu, C. (2005), "Urban land expansion and arable land loss in China--a case study of Beijing-Tianjin-Hebei region," *Land Use Policy*, 22(3): 187-196.
- Turner, II B. L.; Clark, W. C.; Kates R. W.; Richards J. F.; Mathews J. T.; Meyer W. B.; (1990), *The Earth as transformed by human action: global and regional changes in the biosphere over the past 300 years* (Cambridge University Press, Cambridge).
- Wu, C. (2004), "Normalized spectral mixture analysis for monitoring urban composition using ETM+ imagery", *Remote sensing of environment*, 93(4): 4S80-492.
- Yin, Z.; Stewart, D.; Bullart, S.; MacLachland, J. (2005), "Changes in urban built-up surface and population distribution patterns during 1986-1999: A case study of Cairo, Egypt", *Computers, Environment and Urban Systems*, 29(5): 595-616.

SUPERVIVENCIA DE PLÁNTULAS DE *Echinocereus sciurus* (K.Brandegee) Dams subesp. *floresii* (Schwarz ex Backeb.) N.P.Taylor, EN MICRO-SITIOS DEL DESIERTO COSTERO DE SINALOA

Álvaro Reyes Olivas*, Adrián Ayala Verdugo, Alex Eddiel Valdéz Manzanares, José Refugio Villegas Cota, Pedro Casillas Álvarez y Mario Palacios Soto. Escuela Superior de Agricultura del Valle del Fuerte, Universidad Autónoma de Sinaloa. Calle 16 y Avenida Japaraqui, Col. Estero. Juan José Ríos 81110, Ahome, Sinaloa.

*Correo: reyes_olivas@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La pitayita, *Echinocereus sciurus* subesp. *floresii*, es una cactácea endémica de Sinaloa, listada como especie protegida en la NOM-059-SEMARNAT-2001. Se cultiva y comercializa como ornamental en varios países de América y Europa, a precios que varían de 3.5 dólares a 4,5 euros por planta de 4-7 años de edad. Sólo se conocen unas pocas poblaciones naturales de esta cactácea, las cuales se localizan en islas de los sistemas lagunares de las bahías de Ohuira, Topolobampo y Navachiste, así como en acantilados de la sierra de Camayeca, en el norte de Sinaloa. Sus requerimientos ecológicos no se han precisado, aunque hay informes en los cuales se relaciona su distribución espacial con piedras superficiales (Sánchez y Nolasco, 1999; Reyes-Olivas *et al.*, 2002).

La heterogeneidad espacial de factores físicos y bióticos a pequeña escala permite dividir un hábitat en un mosaico de micro-sitios, algunos de los cuales son apropiados para la germinación y el establecimiento exitoso de una especie (Kameyama *et al.*, 2000). Diversos factores podrían variar entre los micro-sitios y afectar la demografía vegetal, por ejemplo, la radiación solar, la temperatura del suelo, la humedad, el consumo de semillas, la depredación de plántulas y la competencia.

Las plántulas son más susceptibles al estrés ambiental que las plantas bien establecidas (Dirzo, 1984). Esto significa que el estudio de los estados demográficos iniciales tiene mayor potencial para revelar los mecanismos que controlan la dinámica poblacional y la

estructura de la comunidad (Meiners y Handel, 2000).

En plantas establecidas de *E. sciurus* se han explorado sus relaciones ecológicas con variables edáficas y climáticas, pero no se ha hecho lo propio en plántulas ni se han precisado las limitaciones demográficas impuestas por los factores bióticos. En esta investigación pretendemos aclarar el papel de los herbívoros y las condiciones físicas del hábitat en la supervivencia de plántulas de *Echinocereus*, a través de experimentos de trasplante en diferentes micro-sitios del desierto costero de Sinaloa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron en la Isla Mazocahui, una derrama basáltica del Pleistoceno con una extensión de 18 ha localizada en la Bahía de Ohuira. En el área se distinguen claramente tres tipos de micro-sitios: 1) espacios con sombreado temporal o permanente de piedras, 2) terrazas con suelo desnudo y, 3) espacios sombreados bajo el dosel de los arbustos. El matorral consiste de manchones, integrados mayormente por arbustos leguminosos y sarcocaulas. La escasa precipitación (244 mm anuales) es compensada en parte por el rocío y la neblina, usualmente frecuentes en invierno. La cantidad de rocío varía entre los micro-sitios (Reyes-Olivas *et al.*, 2002), pero no se ha probado su contribución en el presupuesto de agua de las plantas.

En cada uno de los micro-sitios señalados se distribuyeron plántulas bajo tres modos de exclusión: 1) sin jaulas, 2) jaulas con techo de

mallita para dar acceso al rocío y excluir herbívoros y, 3) jaulas con techo plástico para excluir herbívoros y rocío; la combinación factorial nos dio un total de 9 tratamientos experimentales. Las jaulas se hicieron de cajas bomboneras provistas con ventanas laterales de tela mosquitera para reducir el efecto de invernadero. Cada condición experimental recibió 25-27 plántulas de dos años de edad (ca. 1.2 cm de largo), las cuales germinaron y crecieron en el laboratorio bajo luz fluorescente desde enero de 2001 hasta junio del 2002; antes del trasplante fueron expuestas al sol y aclimatadas por seis meses bajo una malla-sombra de 50 %. Los registros de supervivencia se efectuaron a intervalos crecientes de 1, 2, 4, 8 y 12 semanas durante dos años. Las plántulas en espacios abiertos sin exclusión murieron en un término de 200 días después del trasplante y fueron repuestas con el fin de extender el periodo de observación.

Como no fue posible precisar el día exacto de la muerte de los individuos, se ajustaron curvas de supervivencia por el método actuarial, estas curvas se compararon con la prueba de Wilcoxon al 5 % para probar los efectos del consumo herbívoro y del rocío en los diferentes micro-sitios. Los tiempos de supervivencia de plantas que se perdieron o murieron por causas ajenas a los factores señalados, o de aquellas que permanecieron vivas al final del estudio, se consideraron censurados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Supervivencia bajo exclusión de herbívoros

Con datos agrupados de todos los micro-sitios, los tiempos de supervivencia son mayores en plántulas sin rocío (prueba de Wilcoxon, $P=0.05$, Figura 1A), lo cual resultó inesperado.

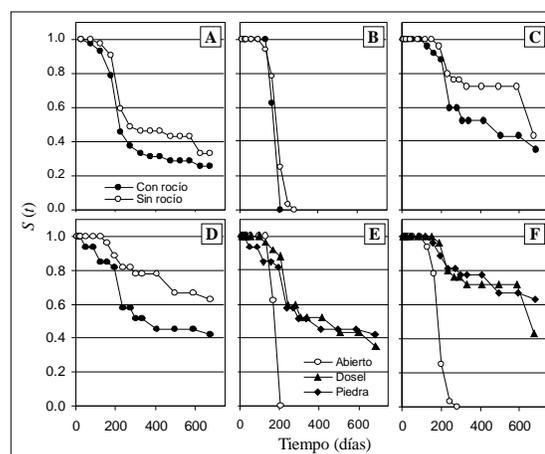


Figura 1. Funciones de supervivencia de *E. sciurus* subesp. *floresii* bajo exclusión de herbívoros. Los datos agrupados de todos los micro-sitios (A) revelan un mayor tiempo de supervivencia de las plántulas sin rocío que con rocío. La diferencia es significativa en espacios abiertos (B), insignificante bajo el dosel (C) y significativa cerca de piedras (D). Las curvas para micro-sitios con rocío (E) y sin rocío (F) muestran menor tiempo de supervivencia en espacios abiertos con respecto a los que están protegidos por arbustos y piedras, pero no se aprecia diferencia entre estos últimos.

En el análisis de cada micro-sitio, esta diferencia se sostiene en espacios abiertos ($P=0.02$, Figura 1B), se diluye en micro-sitios bajo el dosel ($P=0.31$, Figura 1C) y apenas difiere cerca de piedras ($P=0.055$, Figura 1D). Al comparar las funciones de supervivencia de cada micro-sitio, se observó que las curvas difieren significativamente cuando reciben rocío ($P<0.001$, Figura 1E), igual que cuando no reciben rocío ($P<0.01$, Figura 1F). En ambos casos, el tiempo de supervivencia es bajo en los espacios abiertos y todos los individuos mueren al cabo de 200-270 ddt. Por el contrario, el tiempo de supervivencia se alargó a 700 ddt en el 33-62 % de las plántulas distribuidas bajo el dosel y cerca de piedras, respectivamente (Figura 1F).

Supervivencia sin exclusión de herbívoros

Las funciones de supervivencia con datos agrupados de todos los micro-sitios muestran que la probabilidad de muerte por herbívoros fue mayor y relativamente constante entre el 21 de enero de 2002 y julio de 2003, pero

resultó atenuada y más variable entre el 26 de julio de 2003 y el 2 de diciembre de 2004 (Figura 2A); las funciones correspondientes a ambos periodos difieren significativamente ($P < 0.01$, prueba de Log-Rank).

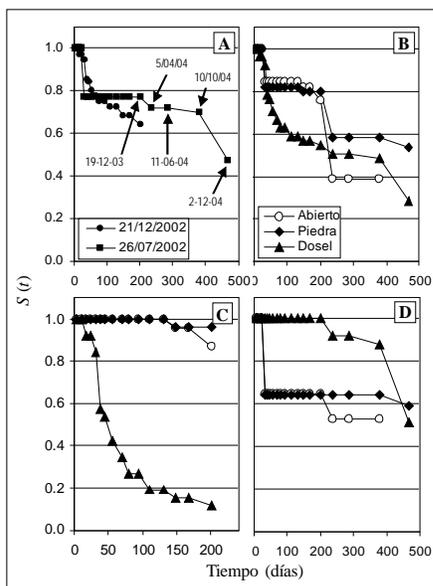


Figura 2. Funciones de supervivencia sin exclusión de herbívoros. Los tiempos de supervivencia difieren entre periodos con micro-sitios agrupados (A) y son semejantes entre los micrositos con fechas agrupadas (B). Durante los primeros siete meses, el consumo herbívoro fue mínimo en espacios abiertos y piedras, comparado con la alta depredación bajo arbustos (C). En fechas posteriores al 26 de julio de 2003 el patrón de consumo se invirtió, incrementando la mortalidad en piedras y espacios abiertos; sin embargo los tiempos de supervivencia fueron semejantes al finalizar los experimentos (D).

Aunque no se aprecian diferencias entre micro-sitios para datos agrupados de ambas fechas ($P = 0.18$, Figura 2 B), resulta claro que entre el 21 de enero de 2002 y el 26 de julio de 2003 (Figura 2C) la probabilidad de supervivencia bajo el dosel se redujo a 10 % al cabo de 200 ddt, mientras se mantenía entre 85-95 % en espacios abiertos y cerca de piedras ($P < 0.01$). Después del 26 de julio los patrones de consumo cambiaron. La tasa de depredación fue superior en piedras y espacios abiertos, pero resultó semejante en todos los micro-sitios al final del experimento ($P = 0.14$, Figura 2 D).

El rocío y la niebla son factores importantes en la distribución y en la economía del agua de las plantas en climas marítimos (Shure y Lewis, 1973; Danin, 1999). Sin embargo, nuestros resultados difieren de esta premisa, indicando que el rocío opera a una escala más fina e imperceptible, superada por el efecto de sombreado de las jaulas de exclusión.

En los desiertos continentales, el nodricismo vegetal es un fenómeno recurrente, por el cual se da la evasión de herbívoros y el mejoramiento del hábitat (Lloret *et al.*, 2005). Sobre esta base se sugirió que el nodricismo de *E. sciurus* podría estar opacado por consumo herbívoro (Reyes-Olivas *et al.*, 2002; Reyes-Olivas, 2006). Nuestros datos experimentales confirman esta idea. Los herbívoros tienen efectos drásticos en la mortalidad de las plántulas, que varían entre estaciones y años para los diferentes micro-sitios. Sus efectos son particularmente agudos bajo arbustos durante la estación seca (diciembre-junio), donde el 90 % de los individuos (vs 5-15 % en piedras y espacios abiertos) son consumidos en menos de siete meses.

Algunas aves e insectos como el ‘salta palos’ *Campylorhynchus brunneicapillus* Lafresnaye, el ‘cardenal rojo’ *Cardinalis cardinalis* L., y el ‘chapulin burro’ *Brachystola magna* (Girard), así como el ratón común *Mus musculus* L., consumen plántulas de *Echinocereus*. La identidad de los herbívoros en espacios abiertos se desconoce, pero es claro que el consumo de plántulas se acentúa durante la estación lluviosa y pueden superar en proporción el consumo bajo el dosel.

Bajo exclusión de los herbívoros, los micro-sitios en suelo desnudo presentan tiempos de supervivencia cortos (200-270 ddt), comparados con los del dosel vegetal y de las piedras (> 700 ddt). Si bien las propiedades del suelo difieren entre micro-sitios (Sánchez y Nolasco, 1999; Reyes-Olivas *et al.*, 2002), éstas no contribuyen directamente en la supervivencia, aunque podrían afectar la tasa de crecimiento de las plantas.

Se concluye que los herbívoros, en conjunto con el estrés de la radiación solar,

son los factores que más influyen en la demografía de *E. sciurus* y determinan la estructura espacial de la población local. El ratón doméstico representa una amenaza para la conservación de estos ecosistemas y se sugiere su erradicación. Las piedras superficiales son una parte sustancial de la heterogeneidad del paisaje que tienen un papel clave en la dinámica de regeneración de las plantas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación de la Universidad Autónoma de Sinaloa, convenio PI-PROFAPI-06-84.

LITERATURA CITADA

- Danin, A. (1999), Desert rocks as plant refugia in the Near East, *The Botanical Review*, 65: 93-170.
- Dirzo, R. (1984), Herbivory: a phytocentric overview, in R. Dirzo and J. Sarukhán [eds.], *Perspectives on plant population ecology*, 141-165, Sinauer, Sunderland, Massachusetts, USA.
- Kameyama, Y.; Nakagoshi, N. y Kunito, N. (2000), Safe site for seedlings of *Rhododendron metternichii* var. *hondoense*, *Plant Species Biology*, 14: 237-242.
- Lloret, F.; Peñuelas, J. y Estiarte, M. (2005), Effects of vegetation canopy and climate on seedling establishment in Mediterranean shrubland, *Journal of Vegetation Science*, 16: 67-76.
- Meiners, S. J. y Handel, S. N. (2000), Additive and nonadditive effects of herbivory and competition on tree seedling mortality, growth, and allocation, *American Journal of Botany*, 12: 1821-1826.
- Reyes-Olivas, A.; García-Moya, E. y López-Mata, L. (2002), Cacti-shrub interactions in the coastal desert of northern Sinaloa, Mexico, *Journal of Arid Environments*, 52: 431-445.
- Reyes-Olivas; A (2006), Cactáceas protegidas por piedras en una isla del desierto costero de Topolobampo, *Multi-Ciencia*, 2: 16-26.
- Shure, D. J. y Lewis, A. J. (1973), Dew Formation and Stem Flow on Common Ragweed (*Ambrosia Artemisiifolia*), *Ecology*, 54: 1152-1155.

PARÁSITOS EN ANÁTIDOS RESIDENTES Y MIGRATORIOS DEL ESTADO DE SINALOA

Edith Hilario Torres Montoya^{1*}, Sergio Sánchez Gonzáles¹, Héctor Manuel Inzunza Beltrán¹, Daniel Montoya López¹, Antonio Martínez López², Alejandra Rodríguez López², María Gpe. Pérez¹ y Laura Islas Vega¹.

¹Laboratorio de Conservación de la Fauna Silvestre, Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Sinaloa, Ciudad Universitaria, Culiacán, Sinaloa, tel. y fax 667716139, email edy14@uas.uasnet.mx, ssanchez@uas.uasnet.mx

²Asociación de Organizadores y Guías Cinegéticos del Estado de Sinaloa, AC.

INTRODUCCIÓN

Los anátidos silvestres constituyen un recurso natural sujeto a aprovechamiento como cacería deportiva. Las poblaciones de anseriformes presentan diferentes presiones como son las modificaciones de hábitat y las amenazas sanitarias. En este último aspecto, diversos agentes causales de enfermedad han sido documentados para anátidos. Éstos incluyen infecciones virales y bacterianas, hasta problemas parasitarios (Converse y Kidd 2001; DeJong y Muzzall, 2000).

Las aves acuáticas son susceptibles a la presencia de parásitos internos. Frecuentemente la presencia de helmintos puede manifestarse con efectos ligeros en la sobrevivencia de estos hospederos. Dependiendo de la carga parasitaria y las condiciones generales de salud de las aves, las helmintiasis pueden afectar la condición corporal general, el éxito reproductivo e incluso están registradas como un factor de mortalidad en anátidos silvestres (Hoeve y Scott, 1988). Al respecto Hollmén *et al.* (1999) demostraron que los acantocéfalos parásitos de anátidos afectan las poblaciones de estos animales al volverlas más susceptibles a la depredación, además de funcionar como factores de estrés en la ocurrencia de enfermedades infecciosas. Aunado a lo anterior la posibilidad de que el grado de desnutrición de las parvadas se agudice en los años cuando los recursos alimenticios son escasos, como producto de la carga parasitaria, es latente. Por su parte Haukos y Neaville (2003) estudiaron la prevalencia del cestodo de la cloaca en patos silvestres de Texas, encontrando que ésta fue

menor (3.7 %) en gansos, comparada con la encontrada en las distintas especies de patos (21 a 71 %), atribuyendo este diferencial a los hábitos alimenticios de forrajeo en superficie en gansos y de alimentación de fondo (bentos) en patos. Pese a no encontrar diferencia estadística al considerar el estilo de alimentación de fondo y superficie, los autores encontraron tendencias temporales que sugieren que la prevalencia se comporta estable para las especies buceadoras, en tanto está incrementándose en las especies que se alimentan en la superficie, por lo que concluyen que la declinación en la calidad de hábitat resulta en un incremento de la exposición del ostracodo que sirve como hospedero a este parásito.

Existe un efecto negativo directo de las parasitosis sobre la actividad de cacería deportiva, lo anterior es patente por el rechazo de los cazadores por aquellas piezas con presencia de quistes en los músculos. El agente etiológico asociado con este tipo de manifestaciones musculares es *Sarcocystis* spp (Cawthorn *et al.* 1981).

Por otra parte, se ha documentado la existencia de riesgos zoonóticos asociados a las aves migratorias. Hubalek (2004) enlista una serie de patógenos relacionados con aves migratorias, las cuales funcionan como acarreadores biológicos de los mismos, dentro de los que destacan: virus de la influenza, virus del Newcastle, duck plague, herpesvirus, *Chlamydomphila psittaci*, *Anaplasma phagocytophilum*, *Borrelia burgdorferi*, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella enterica*, *Pasteurella multocida*, *Mycobacterium avium*, *Candida* spp, y hematozoarios aviares.

En el estado de Sinaloa no existen antecedentes de estudios sobre parásitos internos de anátidos silvestres, por lo que se requiere generar información sobre este particular con el objeto de establecer modelos de monitoreo que permitan evaluar, en el mediano y largo plazo, los efectos que los parásitos tienen sobre las poblaciones de anseriformes, además de que pueden utilizarse como indicadores de condición de hábitat, y eventualmente el reconocimiento de riesgos zoonóticos asociados a anátidos

Por todo lo anterior, se plantea identificar los endoparásitos de anátidos residentes y migratorios del estado de Sinaloa, y con ello estar en posibilidades de iniciar una tarea de monitoreo de parásitos en este grupo de aves en el mediano y largo plazo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ejemplares analizados fueron cazados en los diferentes Clubes Cinegéticos distribuido en el estado de Sinaloa. Todos los organismos debidamente etiquetados y refrigerados se enviaron al laboratorio de Conservación de la Fauna Silvestre, de la Escuela de Biología de la UAS, para su procesamiento. Los datos de longitud total (LT) y peso (W), sexo e identificación fueron registrados en una bitácora para el control de datos.

El procesamiento de los organismos consistió en dos fases:

Necropsia

Se practicó una disección media ventral para separar la piel del músculo. Los músculos pectorales fueron seccionados aleatoriamente en busca de parásitos intramusculares. Posteriormente con la ayuda de un estuche de cirugía menor se extraía el tracto digestivo, éste fue observado detalladamente con ayuda de un microscopio estereoscópico Iroscope®. Las formas parásitas observadas en tracto digestivo y músculo, fueron colocadas en frascos con solución salina y posteriormente se fijaron en formol al 10 %, para su posterior identificación. Con aplicadores de madera se

recolectaron de diferentes secciones intestinales muestras de heces y se colocaron en tubos de ensaye con agua destilada para el análisis coproparasitológico.

Del intestino delgado y grueso se separó la materia fecal la cual se analizó mediante los métodos coproparasitológicos de concentración Faust y Ritchie (de flotación y sedimentación respectivamente).

Método de Faust. Dos a cinco gramos de heces se resuspendieron en agua corriente, se homogeneizó perfectamente la muestra y se filtró a través de una malla de alambre. El filtrado se recolectó en un tubo de ensaye y se centrífugo a 2,500 rpm durante 5 minutos (este procedimiento se repite dos veces para eliminar al máximo la materia fecal. Posteriormente el sedimento se resuspende en solución de sulfato de zinc con una densidad de 1.18. Empleando un asa de alambre, se recolecta de la superficie de la solución una gota de muestra y se coloca en un portaobjetos con lugol parasitológico y se observa en un microscopio óptico.

Método de Ritchie. Dos a cinco gramos de heces se resuspendieron en agua corriente, se homogeneizó perfectamente la muestra y se filtró a través de una malla de alambre. El filtrado se recolectó en un tubo de ensaye y se centrífugo a 2,500 rpm durante 5 minutos (este procedimiento se repite dos veces para eliminar al máximo la materia fecal. El sedimento se resuspendió en 10 ml de formol al 10% durante 10 minutos a temperatura ambiente. Posteriormente se añadió éter de petróleo y se agitó vigorosamente. La mezcla se centrífugo a 2,500 rpm durante 5 minutos y el sedimento se observó en el microscopio óptico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron 210 aves entre residentes y migratorias pertenecientes a nueve especies, capturadas durante la temporada de caza 2006. Las especies de anátidos y el número de

individuos fueron: *Anas crecca* 52, *A. cyanoptera* 32, *A. clypeata* 26, *A. discors* 35, *A. strepera* 1, *A. accuta* 3, *Dendrocyna bicolor* 9, *D. autumnalis* 15 y *Oxiura jamaicensis* 37.

Se detectaron e identificaron parásitos en tejido muscular (QUISTES MUSC) en los músculos pectorales de algunas aves del género *Anas* (Figura 1). Por otro lado, parásitos en el intestino, los más comúnmente encontrados fueron quistes de protozoarios y huevos de helmintos, específicamente quistes de *Entamoeba histolytica* (QEH), y de *Giardia lamblia* (QGL), así como huevos de *Syngamus* spp (HSsp), *Ascaridia* sp (Ha sp) *Heterakis* sp (HHG), *Eustrongyloides tubifex* (HET) *Hymenolepis anatina* (HHA) y de *Schistosoma haematobium* (HSH). De igual manera en intestino se registraron gusanos adultos de cestodos.

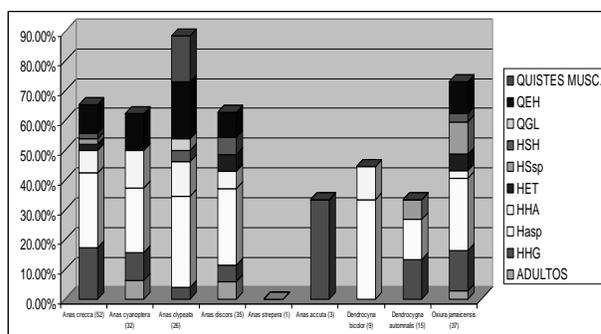


Figura 1. Formas parasitarias por especie de anátido.

De las nueve especies de anátidos analizadas 8 (88.8 %) presentaron al menos una especie de parásito. La riqueza de formas parasitarias por especie de anátido fue de ocho para *Oxiura jamaicensis*, siete para *Anas clypeata* y *Anas discors*, seguidas de *Anas cyanoptera* con cinco, *Dendrocyna autumnalis* con tres, *D. bicolor* con dos y *Anas acuta* con una especie de parásito. El resultado anterior puede obedecer a los hábitos alimenticios de las especies ya que las especies con mayor diversidad parasitaria presentan hábitos alimenticios de fondo (patos buceadores) lo cual las predispone a ingerir una carga importante de materia orgánica, incluidos quistes y huevos de parásitos que de esta forma cumplen su ciclo biológico.

Por otra parte los parásitos frecuentes entre las especies fueron *Ascaridia* sp y *Heterakis gallinarum* en siete de las nueve especies, seguidas de *Hymenolepis anatina* en seis y *Entamoeba histolytica* en cinco (Figura 1). Lo anterior puede responder a que las formas infectivas de estos parásitos (quistes y huevos) se encuentran muy diseminadas en los cuerpos de agua producto de la incorporación de heces fecales de los mismos anátidos y probablemente de las descargas municipales ya que el destino de éstas son muchos de los humedales donde habitan las aves acuáticas.

Para el caso de quistes musculares del tipo de los *Sarcocystis* spp sólo fue localizado en músculo esquelético de *Anas clypeata* lo que puede significar una relación específica entre huésped y hospedero.

CONCLUSIONES

El 88.8% de las especies de anátidos fueron positivas a la presencia de al menos un tipo de endoparásito.

Los parásitos más importantes entre los anátidos fueron *Ascaridia* sp y *Heterakis gallinarum*, seguidos de *Entamoeba histolytica*.

Las especies de anátidos con mayor diversidad de parásitos fueron los patos que se alimentan en el fondo como *Oxiura jamaicensis* y *Anas clypeata*.

AGRADECIMIENTOS

Al Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación (PROFAPI-2006) de la Universidad Autónoma de Sinaloa, convocatoria 2006 y a la Asociación de Organizadores y Guías Cinegéticos del Estado de Sinaloa, AC; por el apoyo financiero y material biológico otorgado para la realización de esta investigación.

LITERATURA CITADA

- Cawthorn, R.J.; D. Rainnie y G. Wobeser. (1981), Experimental transmission of *Sarcocystis* sp (Protozoa: Sarcocystidae) between the shoveler (*Anas clypeata*) duck and the striped skunk (*Mephitis mephitis*), *J. of Wildlife Diseases*, 17(3):389-394.
- Converse, K. y A. Kidd. (2001), Ducks plague epizootics in the United States, 1967-1995, *J. of Wildlife Diseases*, 37(2):347-357.
- DeJong, R. y P. Muzzall. (2000), Hematozoa of waterfowl from Michigan, *J. of Wildlife Diseases*, 36(4):767-773.
- Haukos, D. y J. Neaville (2003), Spatial and temporal changes in prevalence of a cloacal cestode in wintering waterfowl along the gulf coast of Texas, *J. of Wildlife Diseases*, 39(1):152-160.
- Hoeve, J. y M. Scott (1988), Ecological studies on *Cisathocotyle bushiensis* (Digenea) and *Spharidiotrena globulus* (Digenea), possible pathogens of dabbling ducks in Quebec, *J. of Wildlife Diseases*, 24:407-421.
- Hollmén, T.; J. Lehtonen; S. Sankari; T. Soveri y M. Hario (1999), An experimental study on the effects of polimorphiasis in common eider ducklings, *J. of Wildlife Diseases*, 35(3):466-473.
- Hubalek, Z. (2004), An annotated checklist of pathogenic microorganisms associated with migratory birds, *J Wildl Dis.* 40(4):639-59.

FLORA DE SINALOA

Rito Vega Aviña^{1*}, Inés Fernando Vega López², José Manuel Aguilar Patiño¹, Germán Aurélio Bojórquez Bojórquez¹, Juan Antonio Gutiérrez García¹, Jorge Alejandro Hernández Vizcarra¹, Hipólito Aguiar Hernández¹, Gerardo Beltrán Gutiérrez². ¹Facultad de Agronomía, ²Facultad de Informática de la Universidad Autónoma de Sinaloa. *rvega@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

Con el desarrollo de este proyecto que se inició hace ya varios años, Sinaloa ha dejado de ser un estado florísticamente desconocido, aunque todavía falta mucho trabajo de campo para tener un inventario confiable de su cubierta vegetal. Y a pesar de pertenecer a una de las regiones poco estudiadas de México, desde el punto de vista florístico (Cabrera-Rodríguez y Villaseñor, 1987; Toledo, 1994; Vega *et al.*, 2000), los variados pero incompletos estudios existentes nos dan elementos para opinar que es un estado rico en flora, hábitats y ecosistemas propiciados por la confluencia de los reinos florísticos holártico y neotropical (Rzedowski, 1978, 1991; Vega, 1996; Vega *et al.*, 2000; Vega, 2001). El bosque espinoso, bosque tropical caducifolio, bosque de coníferas, bosque de encinos y, vegetación acuática y subacuática (representadas principalmente por manglares y tulares), el bosque mesófilo y el bosque tropical subcaducifolio son los tipos de vegetación que aquí ocurren. El objetivo central de esta investigación es el de tener un inventario actual de la flora de Sinaloa, lo que llevará algunos años, y el de publicar en fascículos monográficos y en un portal Web la flora de Sinaloa, de manera similar a como se están publicando floras de otras regiones de México y del mundo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El listado preliminar de la flora de Sinaloa se obtuvo en primer lugar de las colectas, cerca de 15,000, realizadas principalmente por el primer autor y por personal académico del área de botánica de la Facultad de Agronomía y depositadas en el herbario de la misma y que

fueron capturadas en dos bases de datos, una para la flora del municipio de Culiacán y otra para el resto de los municipios del estado de Sinaloa, realizados según convenios FB099/B022/94 y FB501/L057/97 celebrados con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Las citadas bases de datos fueron elaboradas por los dos primeros autores de este artículo y que se encuentran para su consulta en la CONABIO. Posteriormente el listado fue enriquecido con la base de datos elaborada por el doctor José Luís Villaseñor R. apoyado en el herbario del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, así como con una revisión exhaustiva de literatura relativa a la flora nacional. Otra parte del proyecto consiste en la toma de fotografía de las especies silvestres de la flora.

Los trabajos locales que sirvieron de base para realizar el listado de la flora son los siguientes: *Plants from Sinaloa, México* (Brandegge, 1905, 1908), *Ligeros apuntes sobre la flora del estado de Sinaloa* (Ponce de León, 1909), *Contributions to the flora of Sinaloa* (Riley, 1923, 1924), *Catálogo sistemático de las plantas de Sinaloa* (González, 1929), *Estudios agrícolas de Sinaloa* (Quintanar, 1938), *Flora de Sinaloa* (Vega *et al.*, 1989), *Malezas del valle de Culiacán* (Bojórquez y Vega, 1989), *Flora de la Península de Lucenilla* (Hernández y Vega, 1989), *Flora de Isla Venados de Bahía Mazatlán, Sinaloa, México* (Flores *et al.* 1996); *Endemismo regional presente en la flora del municipio de Culiacán, Sinaloa, México* (Vega *et al.*, 2000), *Flora del municipio de Culiacán, Sinaloa (México): un estudio preliminar para evaluar futuras áreas de protección* (Vega, 2001), *Listados florísticos de México. XXI. Vegetación y flora de Isla Pájaros e isla Lobos de la Bahía de Mazatlán, Sinaloa* (Vega *et al.*,

2001), *Cactáceas de Sinaloa* (Arias y Bravo, 2002), *Endemismo florístico en Sinaloa* (Vega, 2002), *Flora vascular de Culiacán* (Vega, 2002) y *Bosque espinoso de Sinaloa* (Vega, 2003).

Entre los trabajos florísticos regionales relevantes consultados por su afinidad con Sinaloa podemos mencionar a: *Flora de Durango* (González y González, 1991), *Vegetation and flora of the Sonoran Desert* (Shreve y Wiggins, 1964), *Flora, vegetación y fitogeografía de Nayarit* (Téllez, 1995), *Flora of Baja California* (Wiggins, 1980) y *Flora Novogaliciana* (McVaugh, 1992).

La nomenclatura botánica usada en las publicaciones se ajusta de la siguiente forma: para la clase Liliopsida el sistema de Dahlgren, Clifford y Yeo (1985), para la clase Magnoliopsida el de Cronquist (1981) y para las divisiones de las Pteridofitas y la clase Gymnospermae el de McVaugh (1992). Los nombres de las autoridades de cada especie se abrevian de acuerdo con Brummit y Powell (1992).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con base en la revisión de las bases de datos y la revisión de bibliografía local y regional se ha podido detectar el registro de 191 familias y 971 géneros de flora vascular y cerca de 3,000 especies. De acuerdo a la literatura revisada y a lo observado en el trabajo de campo, es posible que el número de géneros y especies se incremente a medida que se vayan realizando las monografías de géneros y familias.

Como puede deducirse al leer los trabajos florísticos de Sinaloa citados, salvo Cactáceas de Sinaloa (Arias y Bravo, 2002), todos los demás se ocupan de floras locales y contribuciones a la flora estatal; no hay trabajos monográficos a nivel genérico ni de familias para el estado, que son, en todo caso, los estudios que darían cuenta de la totalidad de especies por grupo, así como su distribución en el estado. Actualmente se está trabajando en esta fase para iniciar publicaciones, partiendo, por un lado, del listado preliminar ya obtenido y que se pretende depurar y

publicar en fecha próxima, mientras que por otra parte se está saliendo al campo a recolectar muestras botánicas de especies no colectadas anteriormente o con poca presencia en el herbario, además se está procediendo a la toma de fotografía de los aspectos morfológicos de mayor valor en la identificación de la especie y que a la fecha contamos con más de 3,000 fotografías digitales.

La estrategia a seguir para publicar los fascículos monográficos de la flora de Sinaloa se ha diseñado por grupos, quedando de la siguiente forma: helechos y afines, una publicación; gimnospermas, una publicación; monocotiledóneas y dicotiledóneas en varias publicaciones, estos fascículos serán compendio de varias familias monoespecíficas, familias de medio tamaño se publicarán de manera individual y familias genéricamente grandes se publicarán por géneros, pudiendo en algunos casos juntar dos o más géneros según el número de especies contenidas en cada uno de ellos. Estas publicaciones serán profusamente ilustradas con imágenes de material de campo, así como de herbario.

AGRADECIMIENTOS

La realización del presente proyecto ha sido posible gracias a los financiamientos externos obtenidos vía CONABIO, así como por el apoyo financiero de la convocatoria 2006 y 2007 del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

LITERATURA CITADA

- Arias M., A. S. y H. Bravo H. (2002), *Cactáceas de Sinaloa*, en: J. L. Cifuentes L. y J. Gaxiola L. (eds.), *Atlas de la biodiversidad de Sinaloa*. El Colegio de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México, pp. 81-93.
- Bojórquez B.; G. A. y R. Vega A. (1989), *Malezas del valle de Culiacán*, Secretaría de Educación Pública – Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, 18 p.

- Brandege, T. S. (1905), *Plants from Sinaloa, México, Zoe*, 5: 196-226.
- Brandege, T. S. 1908. *Plants from Sinaloa, México, Zoe*, 5: 241-244.
- Brummit, R. K. y C. E. Powell (eds.) (1992), *Authors of plant names*, Royal Botanic Gardens, Kew, 732 p.
- Cabrera-Rodríguez, L. y J. L. Villaseñor R. (1987), *Revisión bibliográfica sobre el conocimiento de la familia Compositae en México, Biótica*, 12: 135-138.
- Cronquist, A. (1981), *An integrated system of classification of flowering plants*, Columbia University Press, New York, 1262 p.
- Dahlgren, R. M. T.; H. T. Clifford y P. F. Yeo. (1985), *The families of the monocotyledons: structure, evolution and taxonomy*, Springer-Verlag, Berlin, 520 p.
- Flores C., L. M.; R. Vega A.; D. Benítez P. y F. Hernández A. (1996), *Flora de Isla Venados de bahía Mazatlán, Sinaloa, México, Anales del Inst. de Biología, Ser. Bot.* 67 (2): 283-301.
- González O., J. (1929), *Catálogo sistemático de las plantas de Sinaloa*, Imprenta de la Escuela Preparatoria de Mazatlán, Mazatlán, Sinaloa, 24 p.
- González E., S.; S. González E. y Y. Herrera A. (1991), *Listados florísticos de México. IX. Flora de Durango*, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México., D. F. 167 p.
- Hernández A., F. y R. Vega A. (1989), *Flora de La Península de Lucenilla*, Secretaría de Educación Pública – Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, 24 p.
- McVaugh, R. (1992), *Flora Novo-Galiciana, vol. 17 Gymnosperms and Pteridophytes*, The University of Michigan Herbarium, Ann Arbor, Michigan, 448 p.
- Ponce de León, R. (1909), *Ligeros apuntes sobre la flora del estado de Sinaloa*, Talleres Tipográficos de Julio G. Arce, Culiacán, Sinaloa, 20 p.
- Quintanar, F. (1938), *Estudios agrícolas de Sinaloa*, Secretaría de Agricultura y Fomento-Confederación de Asociaciones Agrícolas del Estado de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, 25 p.
- Riley, L. A. M. (1923), *Contributions to the flora of Sinaloa: I-IV. Bull. Misc. Inform. Kew*, 3: 103-115; 4: 163-175; 9: 333-346; 10: 388-401.
- Riley, L. A. M. (1924), *Contributions to the flora of Sinaloa: V. Bull. Misc. Inform. Kew*, 5: 206-222.
- Rzedowski, J. (1978), *Vegetación de México*, Editorial Limusa, México, D. F., 432 p.
- Rzedowski, J. (1991), *Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México, Acta Bot. Mex.* 14: 3-21.
- Shreve, F. e I. L. Wiggins (1964), *Vegetation and flora of the Sonoran Desert*, Stanford University Press, Stanford, California, vols. I y II, 1740 p.
- Téllez V., O. (1995), *Flora, vegetación y fitogeografía de Nayarit, México*, tesis (Maestría en Ciencias), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 166 p.
- Toledo M., V. M. (1994), *La diversidad biológica de México, Nuevos retos para la investigación en los noventas*, *Ciencias* 34: 43-59.
- Vega A., R. (1996), *Conocimiento actual de la flora de Sinaloa*, en: E. Morán A.; S. Santos G. y G. Izaguirre F.; *Ambiente y Ecología en Sinaloa; Diagnostico y Perspectivas*, UAS y CEMAZ, Sin. Méx. 11-19 p.
- Vega A., R. (2001), *Flora del municipio de Culiacán, Sinaloa (México): un estudio preliminar para evaluar futuras áreas de protección tesis (doctor en Ciencias)*, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 147 p.
- Vega A., R. (2002), *Endemismo florístico en Sinaloa* en: J. L. Cifuentes L. y J. Gaxiola L. (eds.), *Atlas de la biodiversidad de Sinaloa*, El Colegio de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México, pp. 95-101
- Vega A., R. (2002), *Flora vascular de Culiacán*, en: J. L. Cifuentes L. y J. Gaxiola L. (eds.), *Atlas de la biodiversidad de Sinaloa*, El Colegio de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México, pp. 69-79.

- Vega A., R. (2003), Bosque espinoso de Sinaloa, en: J. L. Cifuentes L. y J. Gaxiola L. (eds.), Atlas de los ecosistemas de Sinaloa, El Colegio de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México, pp. 365-372.
- Vega-Aviña, R., H.; Aguiar-Hernández, J. A.; Gutiérrez-García; J. A. Hernández-Vizcarra; I. F. Vega-López y J. L. Villaseñor (2000), Endemismo regional presente en la flora del municipio de Culiacán, Sinaloa, México, Acta Bot. Mex. 53: 1-15.
- Vega A., R.; Benítez P., D.; Flores C., L.M. y Hernández A., F. (2001), Listados florísticos de México. XXI. Vegetación y flora de Isla Pájaros e Isla Lobos de la bahía de Mazatlán, Sinaloa, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 19 p.
- Vega A., R., G. A. Bojórquez B. y F. Hernández A. (1989), Flora de Sinaloa, Secretaría de Educación Pública – Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, 49 p.
- Wiggins, I. L. (1980), Flora of Baja California, Stanford University Press, Californi, 1025 p.

III. Medicina y Ciencias de la Salud

MONITOREO DE LA EXPRESIÓN DE FAS/FASL EN PACIENTES CON LEUCEMIA AGUDA

Karla Marina Báez Parra, Rosalío Ramos Payán, Eliakym Arámbula Meraz, Noemí García Magallanes, José Geovanni Romero Quintana, Evelyn Velveth Benítez Sústersic, Jesús Ernesto Dueñas Arias, José Guillermo Romero Navarro y Elsa Maribel Aguilar Medina*.

Laboratorio de Inmunología y Biología Molecular, Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa. Ciudad Universitaria C.P. 80010, Culiacán, Sinaloa. Tel/Fax (667) 7137860.

*maribela2@excite.com

INTRODUCCIÓN

La leucemia es una enfermedad que afecta a un gran número de individuos en nuestro Estado. Este padecimiento se caracteriza por la transformación de las células formadoras de sangre en cancerosas, proliferan e invaden la médula ósea, el tejido linfoide, la sangre periférica y eventualmente invaden tejidos extrahemáticos ocasionando metástasis. De acuerdo al tipo y número de células afectadas, las leucemias pueden clasificarse como agudas o crónicas.

De manera normal, las células poseen mecanismos de control que evitan la proliferación de células en mal estado, entre los cuales se encuentra la apoptosis. Existen dos vías para que una célula muera por apoptosis, la vía intrínseca y la extrínseca¹. Esta última depende de una proteína llamada Fas (CD95) y de su ligando conocido como FasL (CD95L)^{2,3,4}. Fas es una proteína transmembranal localizada en la superficie de las células, incluyendo las tumorales³, mientras que su ligando se encuentra en algunas células como los linfocitos T citotóxicos y células NK, siendo este el mecanismo principal para la eliminación de las células cancerosas. Sin embargo, las células cancerosas presentan una gran plasticidad, por ejemplo, disminuyen la expresión Fas en su superficie para evitar ser destruidas por el sistema inmunológico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras. Se colectaron 3 ml de sangre total con anticoagulante de 20 pacientes con

leucemia y como testigos se utilizaron 20 muestras de individuos sanos.

Purificación de células mononucleares. La sangre periférica fue diluida en una proporción 1:1 con solución salina y se depositó suavemente sobre un volumen similar de Lymphoprep. Se centrifugó a temperatura ambiente a 1500 rpm por 30 min y se recuperó el anillo de mononucleares.

Obtención de RNA. Las células fueron lisadas en TRIZOL siguiendo las indicaciones previamente reportadas⁴. La concentración fue determinada por espectrofotometría y la integridad se evaluó en geles de agarosa.

Síntesis del DNA complementario. 0.5 µg de RNA total se hibridaron con iniciador dT₁₁₋₁₈, se adicionó la mezcla de reacción (conteniendo solución reguladora, DTT, y la enzima transcriptasa inversa) y se incubó durante una hora a 37°C.

PCR en tiempo real. Para la cuantificación de la expresión genética de Fas, Fas L y GAPDH como control interno, se utilizó la técnica de PCR en tiempo real usando como sistema de detección cuantitativo al colorante fluorescente SYBR Green I siguiendo las especificaciones reportadas previamente⁶. Las muestras se corrieron por duplicado y se incluyó como testigos un tubo sin muestra (negativo) y uno con DNA genómico (positivo). La cuantificación relativa se realizó calculando el promedio de los valores del Ct (Cycle threshold) para cada grupo de muestras y las diferencias se consideraron estadísticamente significativas cuando mediante la prueba T- student se obtuvo un valor de P menor a 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La leucemia es un problema de salud importante en México y en nuestro estado. La apoptosis o muerte celular programada se presenta cuando la célula sufre un daño irreparable, tal como el que se observa en una célula cancerosa, sin embargo, estas células han desarrollado mecanismos de evasión que modifican las vías internas y externas de apoptosis. La vía extrínseca de la apoptosis es mediada por la unión de la molécula Fas expresada en la superficie de las células con su ligando localizado en la superficie de los linfocitos T citotóxicos.

En este estudio se estudió la relación de Fas/FasL en pacientes pediátricos con leucemia para tratar de determinar si esta relación se encuentra alterada con respecto a los testigos.

Para lograr este objetivo se procedió a la obtención de sangre periférica de pacientes diagnosticados con leucemia en el Hospital Pediátrico de Sinaloa. Se lograron purificar las células mononucleares y a partir de éstas se obtuvo el RNA total para el análisis por RT-PCR en tiempo real. En ningún caso se detectó la

amplificación del control negativo y la especificidad de la reacción se determinó mediante el análisis de la curva de disociación al final de la PCR. En la figura 1 se muestran las curvas de amplificación de los tres genes de estudio.

Los resultados indicaron que la media de los valores de Ct para el gen constitutivo GAPDH fue muy similar entre los pacientes y los testigos ($p > 0.05$), mientras que en el caso de Fas la media de los Ct fue mayor en los testigos que en los pacientes. Por el contrario, el valor promedio del Ct para el gen FasL fue mayor en los pacientes que en los testigos (Tabla 1).

En este trabajo, se determinaron los niveles de expresión de los genes Fas y FasL en pacientes pediátricos con leucemia y en individuos sanos. Se observó que la relación Fas/FasL es normal en los testigos, mientras que en los pacientes dicha relación se encuentra alterada, demostrando la capacidad de las células cancerosas para evadir el proceso de apoptosis logrando una supervivencia anormal, contribuyendo así al desarrollo y progresión del cáncer.

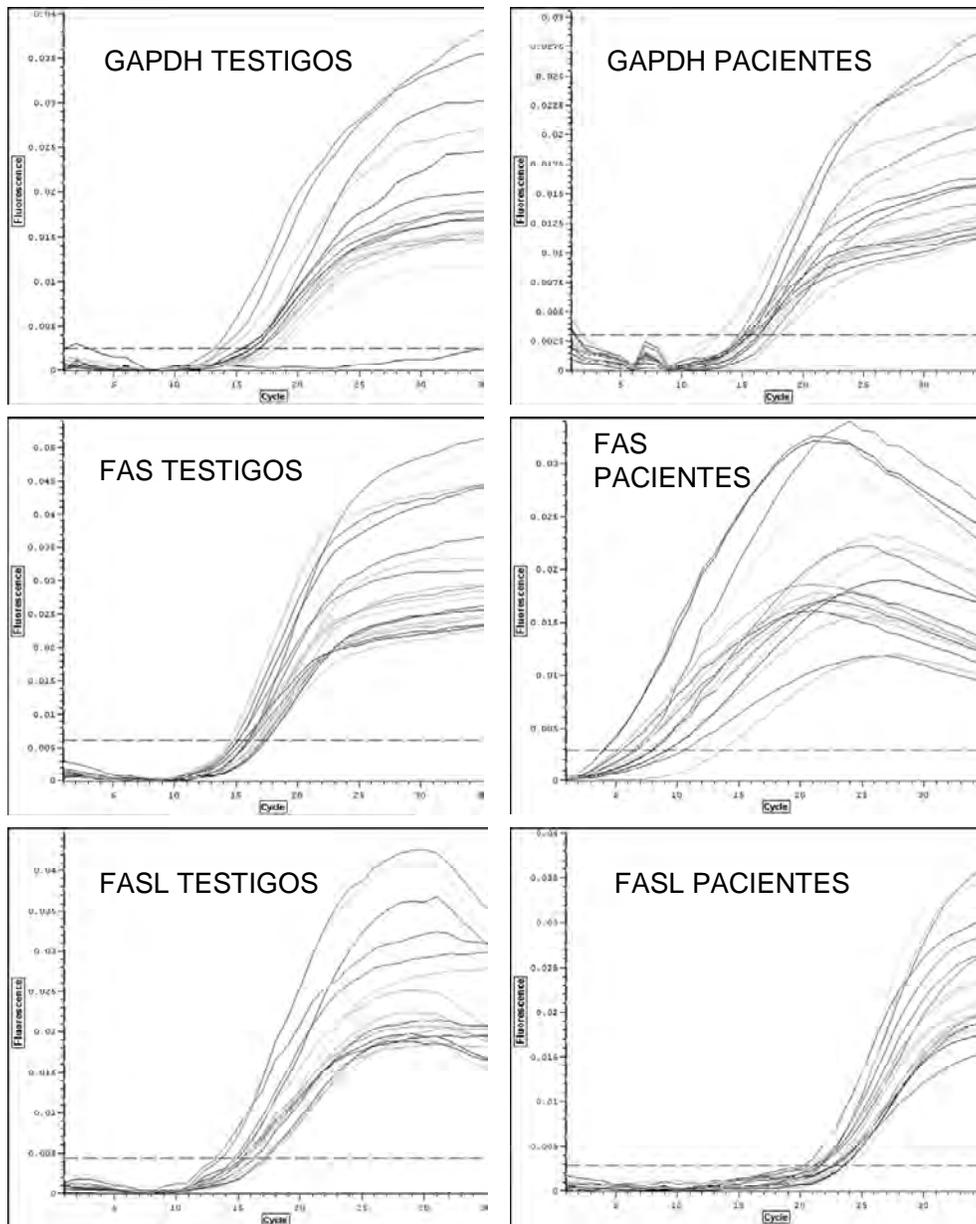


Figura 1. Curvas de amplificación de los genes GAPDH, Fas y FasL en pacientes y testigos.

Tabla1. Valores de la media del Ct y relación Fas/FasL en los grupos de estudio.

	TESTIGOS	PACIENTES	VALOR P
GAPDH	16.1	15.9	Mayor de 0.05
FAS	16	7.3	Menor de 0.05
FASL	15.5	22.6	Menor de 0.05
FAS/FASL	1.03	0.32	

AGRADECIMIENTOS

La realización del presente proyecto fue posible gracias al apoyo financiero de la Convocatoria 2006 del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

LITERATURA CITADA

- Ellis RE.; Yuan J.; Horvitz HR; (1991), Mechanisms and functions of cell death, *Annu, Rev, Cell, Biol.* 7:663.
- Martín SJ. (1993), Apoptosis: suicide, execution or murder? *Trens in cell biology*, 3:141-44.
- R. Ramírez Chamond; J. Carracedo Añón; C. Moreno Aguilar y F. Guerra Pasadas (1999), Apoptosis y enfermedad, *Alergol Inmunol Clin*; diciembre vol. 14, Núm. 6, pp. 367-374.
- Cristóbal Mezquita (1995), Oncogenes y genes supresores: mecanismos de la apoptosis, *Med, Clin, (Barc)* 105: 389-395.
- Wyllie, A.H; Kerr J.F.R; Curri A.R. (1980), Cell death: The significance of apoptosis, *Int. Rev. Cytol.* 68:251.
- Ramos-Payán R.; Aguilar Medina E. M.; Estrada-Parra S.; González y Merchand J. A. y Merchand, Favila-Castillo; Monroy-Ostria A. and Estrada-García I. C. E. (2003), Quantification of cytokine L. gene expression using an economical real-time polymerase chain reaction method based on SYBR Green I. *Scand. J. Immunol.* 57:439-445.

CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIPARASITARIA DEL EXTRACTO METANÓLICO DE GUAMÚCHIL (*Pithecellobium dulce*) CONTRA *Giardia lamblia*

Francisco Delgado Vargas^{1#*}, Víctor Román Gurrola Bojórquez¹, Gabriela López Ángulo¹, Kaethe Willms Manning², María del Carmen de la Cruz Otero¹, Josefina Sicairos Félix¹, José Guadalupe Rendón Maldonado, Sylvia Páz Díaz Camacho^{1#}.

¹Facultad de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Ciudad Universitaria s/n. Tel. +(667)7-13-66-15 Ext. 112.

²Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Contribución igual al presente trabajo.

*fdelgado@uas.uasnet.mx (1)

INTRODUCCIÓN

Giardia lamblia es un parásito intestinal de distribución mundial que afecta principalmente a los niños y compromete la calidad de vida de la población que la padece. En Sinaloa, la giardiosis es una importante causa de morbilidad (2) y en comunidades rurales se han registrado altas prevalencias (25%) (1). El metronidazol es usado como el tratamiento de elección (3), sin embargo, no es 100% efectivo, además, se ha sugerido que este medicamento es tóxico y mutagénico (4-7). A este respecto, las plantas son una alternativa terapéutica y en Sinaloa, como en México, hay una gran biodiversidad. En el estado existe una gran cantidad de frutos silvestres y entre ellos, el guamúchil (*Pithecellobium dulce*) que tiene un gran potencial alimenticio y farmacológico evidenciado por su uso tradicional en el tratamiento de diversos padecimientos, entre ellos algunas parasitosis (8).

El guamúchil es una leguminosa cuyas infusiones se han usado para tratar desórdenes intestinales y úlceras, entre otros padecimientos (9-11). Estas actividades farmacológicas no han sido demostradas científicamente. Sin embargo, extractos metanólicos y acuosos de la semilla presentan propiedades fungicidas y fungistáticas contra diferentes patógenos de plantas (12). En las semillas de *Pithecellobium* spp. se han identificado saponinas que presentan actividades citotóxicas contra diferentes líneas celulares, e.g. de ovario y de pulmón (13, 14). En nuestro

laboratorio se ha demostrado que los frutos de guamúchil presentan actividad contra *Hymenolepis nana*, parásito intestinal de elevada prevalencia en nuestro medio (1, 15). Con estos antecedentes, en este trabajo se estableció un método para cultivar *Giardia lamblia* en microplaca y evaluar la actividad antiparasitaria del extracto meta-nólico de guamúchil mediante un estudio longitudinal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El metanol utilizado fue J.T. Baker (Mallinckrodt Baker, Inc., U.S.) y otros reactivos de Sigma Chemical Company (México), todos fueron grado reactivo.

El extracto metanólico de guamúchil (EMG) se obtuvo a partir de harina liofilizada y de acuerdo a lo descrito por Padilla Salas (2002) (15).

La cepa de *Giardia lamblia* ATCC WB fue cultivada en medio TYI-S-33 (16) enriquecido con 10 % de suero fetal bovino (ICN Biomedicals, E.U) y 0.2% de antibiótico (Rocephin, Roche, México) a 37 °C y en condiciones de anaerobiosis. A partir de la curva de crecimiento del parásito se seleccionó el tiempo para realizar los bioensayos de actividad (48 h). Los parásitos se observaron con un microscopio invertido (Nikon Tms, Japón) (cultivo en tubo) y con un microscopio óptico (Nikon YS100, Japón), se registraron cambios de movilidad, morfología y vitalidad, determinada por la exclusión del colorante vital azul de tripano.

El bioensayo de actividad contra *G. lamblia* se realizó en cajas de cultivo celular estériles de 24 pozos (1.5 mL/ pozo). Se utilizaron cultivos de 48 h, densidad de 5×10^5 giardias/mL (300 μ L/ pozo) y se añadieron 1.2 mL del medio de cultivo que contenía al EMG (50 mg/mL y 25 mg/mL): en el control positivo se añadió metronidazol (50 mg/mL). El desarrollo del cultivo de *G. lamblia* se observó en el microscopio óptico, se tomaron 100 μ L del cultivo, se añadieron 10 μ L de azul de tripano (2%) y de la mezcla se tomó una alícuota y se colocó en una cámara de Neubauer. Los registros de recuento y viabilidad se realizaron a los 5, 10, 30 y 60 min y a las 2, 3, 4, 5, 12 y 24 h. Los experimentos se realizaron por duplicado.

Los datos recabados de las observaciones de correlación entre mortalidad, concentración y tiempos de exposición a los compuestos evaluados se procesaron mediante el análisis estadístico de sobrevida, usando el software Stata 6.0 (Stata Corporation, EU).

RESULTADOS

El rendimiento de extracción del EMG fue de $62.3 \pm 2.16\%$ b.s.

Los parásitos de *G. lamblia* en el microcultivo mostraron una intensa movilidad y una multiplicación exponencial hasta las 48 h de incubación; a las 72 h disminuyó al 80% de viabilidad (Figura 1). La curva de crecimiento de *G. lamblia* mostró que las condiciones adecuadas para los ensayos *in Vitro* son: cultivo en medio TYI-S-33 adicionado con 10 % de suero fetal bovino y 0.2 % de antibiótico, e incubación en condiciones de anaerobiosis a 37 °C/ 48 h. La movilidad observada en los parásitos se correlacionó con los resultados obtenidos utilizando el colorante azul tripano, cuya tinción resultó negativa durante las primeras 36 h de incubación, en donde la viabilidad de los parásitos representa un porcentaje superior al 95 % (Figura 1).

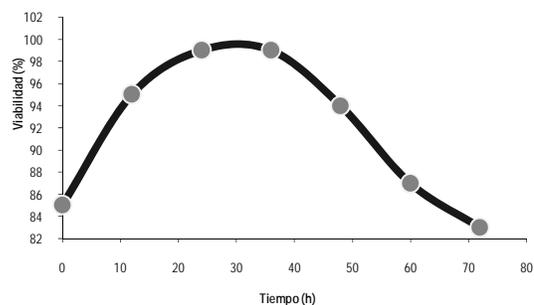


Figura 1. Comportamiento de la Cepa en el medio TYI-S-33

Los antiparásitarios (EMG o metronidazol) tuvieron un claro efecto dosis respuesta contra *G. lamblia* (Cuadro 1, Figura 2) y el tiempo para alcanzar el 100% mortalidad fue similar para ambos tratamientos (50 mg/mL) (Cuadro 1). A pesar de la similitud en los datos crudos de mortalidad, el análisis de sobrevida mostró que existen diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos (guamúchil 50 mg/mL vs. control positivo 50 mg/mL y guarúchil 25 mg/mL vs. control positivo 50 mg/mL) (Figura 2).

Cuadro 1. Efecto giardicida de los extractos metanólicos de arrayán y guarúchil sobre el trofozoito *Giardia lamblia*.

Tiempo	Control (-)	Control (+) 50 mg ^a	Guamúchil 50 mg *	Guamúchil 25 mg *
5 min	4.69	2.023	3.9	2.059
10 min	4.98	9.65	7.59	3.85
30 min	6.07	15.415	14.28	5.24
1 h	6.77	17.81	23.62	14.01
2 h	6.87	18.96	34.44	16.45
5 h	7.43	25.95	51.27	27.00
12 h	8.40	88.88	61.24	31.625
24 h	10.02	100	100	100

* Extractos metanólicos.

^a Metronidazol fármaco utilizado con mayor frecuencia en nuestro país.

DISCUSIÓN

Los rendimientos de extracción del EMG concuerdan con la composición química de los frutos, para los cuales se ha registrado la presencia de un elevado contenido de compuestos polares, principalmente hidratos de carbono (17).

En el ámbito mundial, la giardiosis es un problema de salud y la búsqueda de alternativas de tratamientos se ha hecho una necesidad ante la evidencia de toxicidad y mutagenicidad del metronidazol (3-7). Las plantas son el principal reservorio de compuestos bioactivos y un buen número de ellas han mostrado actividad *in vitro* contra *Giardia lamblia*; por ejemplo, el extracto polar de *Geranium niveum* (IC₅₀ 20.6 µg/mL) (5), de los frutos de *Piper longum* (IC₅₀ 48.7 µg/mL) (18), de hojas de *Psidium sartorianum* (IC₅₀ 51 µg/mL) (19) y de *Vitex mollis* (IC₅₀ 75.3 µg/mL) (20), entre otros.

En Sinaloa, dentro de su gran biodiversidad, se encuentran plantas con actividad giardicida y es necesario evidenciar tal actividad. En la presente investigación, se desarrollaron e implementaron condiciones para el cultivo y mantenimiento de trofozoitos de *Giardia lamblia* WB. Este es un resultado importante pues permitió desarrollar un bioensayo para evaluar *in vitro* la actividad giardicida de extractos plantas y de otros compuestos.

En general, las plantas a las que se les ha evaluado su actividad giardicida son menos eficientes que el metronidazol (5, 18, 20). Los estudios que se han realizado son transversales, los parásitos son expuestos al agente antiparasitario, se incuban por 24 o 48 h y los resultados se comparan después del tiempo de incubación, no se lleva a cabo un seguimiento del efecto del antiparasitario en el tiempo (estudio longitudinal). Los estudios transversales ignoran los efectos residuales que se generan al exponer al parásito al antiparasitario por diferentes periodos de tiempo. En el ensayo longitudinal, el efecto contra *G. lamblia* del EMG fue muy similar al observado con metronidazol (Cuadro 1). Sin embargo, el

análisis de sobrevida mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos, lo cual no resulta extraño si tomamos en cuenta que se trata de compuestos diferentes. Es importante resaltar que el EMG tiene mayor efecto contra *Giardia lamblia* que otras plantas para las que se ha registrado esta actividad, tomando como base una comparación relativa usando al metronidazol como referencia (Cuadro 1). En un gran número de plantas, la actividad giardicida se ha asociado con compuestos fenólicos, *e.g.* en la raíz de *Geranium niveum* las proantocianidinas geranina A y B (5) y en *Helianthemum glomeratum* la (-)-epigallocatequina y el (-)-epigallocatequin galato (21). Los frutos se caracterizan por tener un alto contenido de compuestos fenólicos, por lo que se esperaría que presentaran actividades biológicas interesantes, entre ellas actividad contra protozoarios. Sin embargo, el alto contenido de carbohidratos ha provocado que los estudios sobre actividad de frutos no sean tan comunes (22). Como se mencionó con anterioridad, el guamúchil ha sido utilizado tradicionalmente para tratar vómito, diarrea y dolor de estómago, entre otros padecimientos (23). En nuestro laboratorio se estableció la actividad antiparasitaria contra *Hymenolepis nana* de los extractos metanólicos de guamúchil (15). La información generada previa a este trabajo es consistente con la actividad que el extracto metanólico de guamúchil presenta contra *Giardia lamblia* (Cuadro 1, Figuras 2). Esta actividad, al contrastarla con metronidazol resultó superior a la registrada para otras plantas (5, 18, 20).

La información generada nos permite sugerir que el extracto de guamúchil pudiera tener efecto *in vivo* contra *G. lamblia* y otros parásitos intestinales, lo que aporta elementos para establecer el alto potencial de estos frutos y que es posible implementar estrategias de explotación sustentable de estos recursos florísticos.

CONCLUSIONES

Se implementó una técnica eficiente de microcultivo de trofozoitos de *Giardia lamblia*.

Se implementó un bioensayo *in vitro* con el fin de probar la eficiencia de los extractos metanólicos de los frutos silvestres contra *G. lamblia*.

El extracto metanólico de guamúchil tuvo un buen efecto contra *Giardia lamblia*, mostrando resultados similares a los obtenidos con metronidazol, evaluados a la misma concentración.

El análisis de sobrevida permitió establecer que existen diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0.05$) y confirmó que el extracto metanólico de guamúchil presenta

diferencias significativas ($P < 0.05$) con el control positivo a pesar de la gran similitud al contrastar los datos sin procesar estadísticamente.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento otorgado en la Convocatoria 2006 del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación (PROFAPI) de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Así como los apoyos del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Sinaloa y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México.

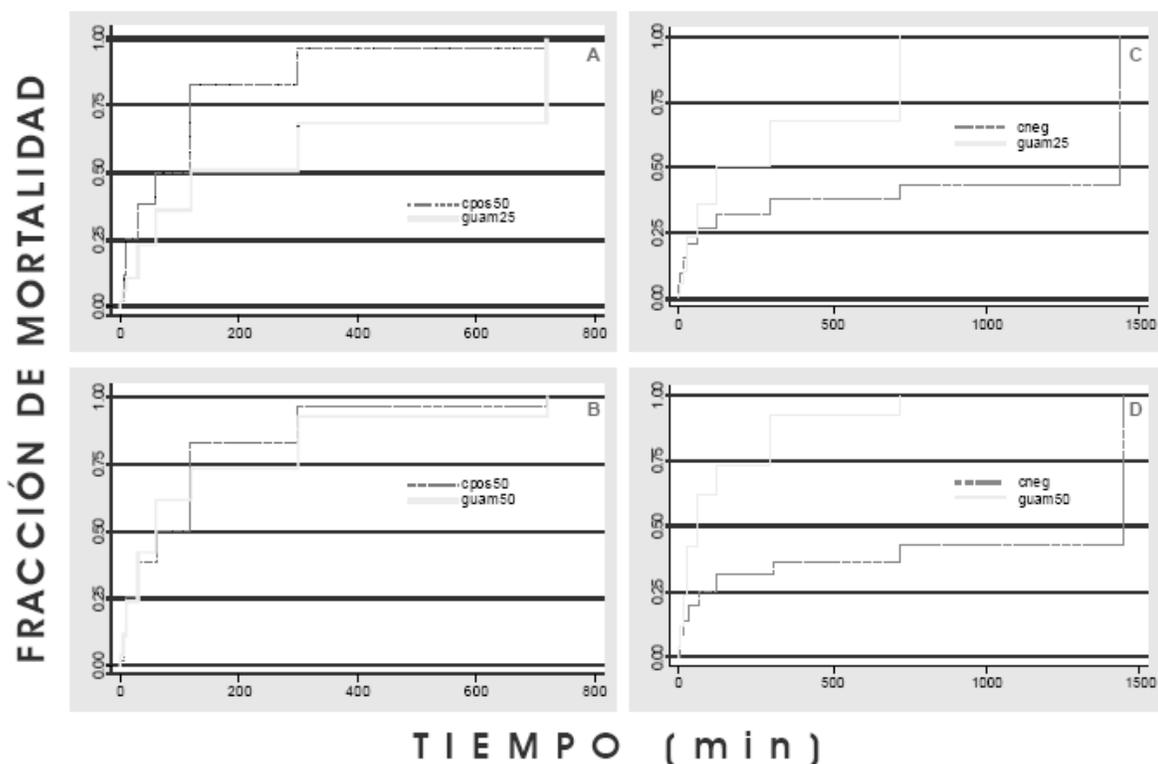


Figura 13. Gráfica de Kaplan-Meier. Análisis de sobrevida del efecto contra del extracto metanólico de guamúchil. Los tratamientos fueron: (A) Guamúchil 25 mg/mL (guam25) vs. control positivo 50 mg/mL (cpos50), (B) guam50 vs. cpos50, (C) guam25 vs. control negativo (cneg) y (D) guam50 vs. cneg. Los tratamientos fueron estadísticamente diferentes ($P < 0.05$), a pesar de que a las concentraciones que se contrastan, el comportamiento giardicida presentó cierta similitud (A y B).

BIBLIOGRAFÍA

- Quihui-Cota L, *et al.* (2004), Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, 98: 653-659.
- SSA, Boletín Epidemiológico de Morbilidad. 03-Enero-2004. Semana 36 del 4 al 10 de septiembre del 2005, 2005, Secretaría de Salubridad y Asistencia.
- Ponce-Macotela M, *et al.* (2001), Proceedings of the West, Pharmacology Society, 44 151-152.
- Agrawal AK, *et al.* (1997), Journal of Ethnopharmacology, 56: 233-236.
- Calzada F, *et al.* (1999), Journal of Natural Products, 62: 705-709.
- Khan IA, *et al.* (2000), Journal of Natural Products, 63: 1414 – 1416.
- Sawangjaroen N, *et al.* (2004), Parasitology Researc, 95: 17-21.
- Delgado-Vargas F, *et al.* (2005), Psidium sartorianum (O. Berg) Nied., an indigenous plant to Mexico, form biology to biological activity, In Search for Natural Drugs, in: J.N. G, Singh VK, Arunachalam C (eds), Recent Progress in Medicinal Plants, Houston TX.: Studium Press LLC., pp. 81-114. .
- Aguilar A. *et al.*, Plantas medicinales del Herbario IMSS, 1996, Instituto Mexicano del Seguro Social, Mexico, D.F.
- Fall-Toure S; *et al.* (1998), Anim. Feed Science and Technology, 74: 63-68.
- Rzedowski J, *et al.* (1985), Flora Fanerogámica del Valle de México Dicotyledoneae (Euphorbiaceae-Compositae), México, D.F., ed. Ecología ENdCBdIPNeld.
- Bautista-Baños S; *et al.* (2003), Postharvest Biology and Technology, 29: 81-92.
- Abdel-Kader M; *et al.* (2001), Journal of Natural Products, 64: 536-539.
- Seo Y; *et al.* (2002), Journal of Natural Products, 65: 170-174.
- Padilla-Salas R; (2002), Actividad antiparasitaria de plantas del estado de Sinaloa, en Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México.
- Rodney D.A. (2001), Clinical Microbiology Reviews, 6: 447–475.
- Salazar G; (1999), Caracterización fisicoquímica y nutricional del fruto de arrayán (*Psidium sartorianum*), in Facultad de Ciencias Químicas Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México.
- Tripathi D.M; *et al.* (1999). Phytotherapy Research, 13: 561– 565.
- Ankli A, *et al.* (2002), Journal of Ethnopharmacology, 79: 43-52.
- Tapia-Pérez M.E; *et al.* (2003), Pharmaceutical Biology, 41: 180-183.
- Meckes M; *et al.* (1999), Phytotherapy Research, 13 102-105.
- Pennington J.A.T. (2002), Journal of Food Composition and Analysis, 15: 419-434.
- CIDE, (2005), Catálogo de especies y productos forestales no maderables en los estados de Chihuahua, Durango, Jalisco. Michoacán, Guerrero y Oaxaca para los bosques de pino, pino-encino y encino, Centro de Investigación y Docencia Economicas, A. C.

DIAGNÓSTICO Y DIFERENCIACIÓN *Ehrlichia spp.* (erlichiosis) y *Borrelia burgdorferi* (Enfermedad de Lyme), MEDIANTE ELISA EN PERROS

Soila Maribel Gaxiola Camacho*, Carolina Sosa Gutiérrez, Silvia Cota Guajardo, María Teresa Quintero², Martínez, Nohemí Castro del Campo, Jaime Eleazar Borbolla Ibarra, Joel Gaxiola Montoya, José Ascención Pérez Corrales, Blanca Romero, José Manuel Beltrán Padilla. Área de Parasitología y Clínica de Pequeñas Especies, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Sinaloa. ²FMVZ-UNAM. Culiacán, Sinaloa. Tel/Fax (667) 7-18-16-50 *soila@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

Ehrlichiosis Canina o Ehrlichia Monocítica Canina (CME) es una enfermedad de los caninos de distribución mundial, cuyo agente etiológico es la rickettsia *Ehrlichia canis* que infecta intracitoplasmáticamente a los monocitos circulantes (Adrianzén *et al.*, 2003) y macrófagos; es transmitida por la picadura de la garrapata café del perro *Rhipicephalus sanguineus* (Birchard, 1996). La Ehrlichiosis canina puede variar en cuanto a la signología, se inicia con un proceso agudo caracterizado por depresión, anorexia, letargo, pérdida de peso y fiebre, seguido por una etapa subclínica. En una etapa final o crónica, la Ehrlichiosis se manifiesta con hemorragias, linfadenopatías, esplenomegalia, poliartropatías y signos neurológicos (Ettinger *et al.*, 2000; Russelt *et al.*, 1997).

En México se diagnosticó el primer caso de Ehrlichiosis canina en 1996, a partir de esta fecha se intensificó el flujo de muestras de médula ósea de animales con signología, sobre todo provenientes de zonas tropicales y subtropicales con un porcentaje elevado de casos positivos con evidente incremento en su distribución (García, 1996). El método diagnóstico definitivo de *E. canis* es la visualización de la mórula dentro de los monocitos en una citología (Bockino *et al.*, 2003) utilizándose la tinción de Wright y así observar las mórulas de *E. canis* en la periferia dentro de los monocitos (Rikihsa, *et al.*, 1991). La detección de los anticuerpos a *E. canis* en el suero sanguíneo con la prueba de Inmunofluorescencia Indirecta de Anticuerpos (IFA), ELISA, la Amplificación en Cadena de la Polimerasa (PCR) y la

anamnesis en conjunto con la presentación clínica, además de hallazgos patológicos, han sido herramientas diagnósticas cuando la mórula no es visualizada en el monocito (Waner *et al.*, 2004). Núñez en el 2000, tomó 2,395 muestras sanguíneas de perros en 25 estados de la República Mexicana y se evaluaron con un estuche diagnóstico de tipo ELISA. Los casos positivos fueron 793 que indicó una prevalencia de 33.1 % a nivel nacional. Debido a la alta prevalencia en Sinaloa de 48.3 % (Núñez, 2000) y la intensificación de los animales con signología compatible a *E. canis* provenientes de zonas tropicales y subtropicales, el objetivo de este estudio es determinar la sensibilidad y especificidad de las técnicas diagnósticas; la prueba serológica de tipo ELISA en los estuches comerciales de diagnóstico SNAP 3Dx[®] y Frotis Sanguíneo en el diagnóstico de *E. canis* y *Borrelia burgdorferi* en perros infectados naturalmente y con signología compatible a esta enfermedad y correlacionándolos con la trombocitopenia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa (FMVZ-UAS), de la ciudad de Culiacán Rosales, Sinaloa y las muestras se tomaron de clínicas veterinarias ubicadas en tres ciudades: Culiacán Rosales, Mazatlán y Los Mochis, tomando como referencia Centro, Sur y Norte del estado de Sinaloa respectivamente. Los tubos se repartieron anexando un formato para llenar a las clínicas veterinarias de las tres ciudades

antes mencionadas. Los pacientes debieron ser sospechosos de Ehrlichiosis canina o con signos compatibles a esta enfermedad; sin importar razas, sexo ni edad y ausencia o presencia del vector, el médico veterinario no otorgó ninguna información diagnóstica hecha a la muestra. Éstas se guardaron en refrigeración hasta que se recogieron. Para la obtención y procesamiento de las muestras se tomaron en cuenta los criterios de exactitud de la prueba que marcan que se debe realizar una comparación independiente y ciega del estándar de oro, que toma como criterio que se cumpla con dos aspectos: a) Que los pacientes del estudio deben ser sometidos tanto a la prueba diagnóstica (frotis sanguíneo) como al estándar de oro (ELISA) y b) Que los resultados de la prueba diagnóstica no deben ser conocidos por los que realizan el estándar de oro (Zambada, 2005). Para cumplir con lo anteriormente mencionado las muestras de sangre fueron etiquetadas con el nombre del paciente y se enviaron al personal de Laboratorio de Parasitología para el estudio de frotis sanguíneo, quienes desconocen la signología del paciente, y de la misma manera para el estudio de biometría hemática, las muestras fueron etiquetadas con un número y enviadas al personal del Laboratorio de Análisis Clínicos y por último para el procesamiento de ELISA, las muestras fueron enviadas al personal del Laboratorio de Parasitología, a cada muestra se le otorgó un número y con el desconocimiento de qué paciente se trató. El número de animales que se requirió para medir los valores de sensibilidad y especificidad de los métodos diagnósticos estudiados, además de su correlación con la trombocitopenia, se obtuvo mediante la fórmula de Jacobson, (1998). Las 152 muestras de sangre con anticoagulante se tomaron para realizar la técnica de frotis sanguíneo con la tinción de Wright (Anexo 2). Se colocó una gota de aceite de inmersión sobre el portaobjetos para poder observarlas (Benjamín, 1991). El dispositivo que se empleó en este trabajo

fue una técnica de ELISA modificada, para uso en clínicas veterinarias, donde el conjugado y los diferentes lavados están juntos. La biometría hemática se realizó mediante equipo automático (IDEXX QBC® VetAutoread™ Hematology Sistem). Los resultados del frotis sanguíneo (positivo o negativo) y de ELISA (positivo o negativo), se colocaron en un cuadro de doble entrada dos por dos; a partir de los que se calcularon las medidas que valoran la capacidad predictiva del frotis sanguíneo con base a los resultados de ELISA. Se determinó la validez del frotis sanguíneo mediante la sensibilidad y especificidad, Razón de verosimilitud o Likelihood ratio LR (+) y LR (-); utilizando las fórmulas de Zweig, (1993). (Zambada, 2005). La seguridad se determinó con el valor predictivo positivo y el valor predictivo negativo, mediante las fórmulas siguientes (Fernández *et al.*, 2003). Valor predictivo positivo = $VP / VP + FP$ Valor predictivo negativo = $VN / VN +VN$ (Daniel, 2002), con la trombocitopenia; siendo un resultado positivo un rango inferior al intervalo normal de plaquetas ($175 - 500 \times 10^9 / L$), se utilizó el Coeficiente de correlación de Spearman (r) y un α 0.05 para considerar diferencias estadísticas (Steel y Torrie, 1998), mediante el paquete estadístico SPSS 10 (Statistical Package for Social Science) compatible con Windows XP®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 152 muestras sanguíneas de cánidos sospechosos a Ehrlichiosis canina o con signología compatible a esta enfermedad, examinadas mediante el frotis sanguíneo, se encontraron 91 (59.7 %) muestras positivas y 61 (40.2 %) fueron negativas. Al observar la comparación entre las muestras analizadas y el número de muestras positivas de la primera técnica diagnóstica utilizada. En un estudio realizado por Waner y Harrus (2004), encontraron sólo el 4 % de muestras positivas. En cambio, Books (2005), en su investigación encontró que en el 25% de las

muestras tomadas, había mórulas circulares. Lo cual da a suponer que las muestras tomadas en la presente, fueron tomadas en la fase aguda de la enfermedad y otro tipo de factores, como la experiencia del observador con este microorganismo. Al igual que la técnica de frotis sanguíneo, para la ELISA (Snap 3Dx®), se analizaron 152 muestras sanguíneas de cánidos con las características antes mencionadas. Los resultados de las muestras de los cánidos positivos en esta técnica se muestran en la figura 3, encontrándose el 113 (74.5 %) positivos y 39 (25.5 %) negativos. En este caso los niveles de anticuerpos para ser detectados en cuanto a su coloración variaron desde un azul tenue pero perceptible, hasta un azul fuerte, marcando el control positivo. Estos resultados fueron muy parecidos a los reportados por Belanger *et al.*, (2002), los cuales hicieron una comparación de cinco métodos diagnósticos para *E. canis*, donde encontraron 79.2 % muestras positivas utilizando Snap 3Dx®, su prueba de oro fue IFA con un 100%, en cánidos infectados de manera experimental. En la comparación de los resultados obtenidos de las técnicas de frotis sanguíneo y ELISA Snap 3Dx® en sangre de cánidos infectados de manera natural y con signología compatible a esta enfermedad, se realizó una prueba de capacidad predictiva, se encontró que el total de las muestras analizadas (152), en 73 (48.0%) los resultados de ambas fueron positivos, en 21 (13.7 %) los resultados de ambos fueron negativos, en 40 (26.5 %) de las muestras fueron positivas a ELISA Snap 3Dx® y negativas a frotis sanguíneo y, por el contrario, 18 (11.8 %) de las muestras fueron positivas a frotis sanguíneo y negativas a ELISA Snap 3Dx® (Cuadro 2). Estos resultados se colocaron en la tabla 2 x 2 para su posterior análisis, donde la sensibilidad fue de 64.60 %, lo cual indica que la capacidad de la técnica de frotis sanguíneo para detectar *E. canis* no es muy sensible, al compararla con la técnica de referencia, en este caso ELISA Snap 3Dx®,

con una especificidad de 53.85 %. Los valores predictivos positivos y negativos fueron de 80.22 y 34.43 %. La proporción de falsos positivos y falsos negativos fue de 46.15 % y 35.40 %. La capacidad de la prueba para calificar correctamente a los positivos encontrados (exactitud de la prueba), siendo esta una prueba 61.84 % exacta. La razón de probabilidad dice LR (+) que la prueba es 1.40 veces más probable de ser positiva en enfermos que positiva en individuos que no lo son, y valor recíproco LR (-) que dice que la prueba es 0.66 veces más probable de ser negativa en enfermos que en sanos. Un índice J de Youden de 0.18, lo cual indica que el resultado obtenido al realizar la prueba al paciente es buena, considerando como máximo el valor 1 (Cuadro 3). Para calcular la correlación de esta técnica diagnóstica se utilizó el programa estadístico Statistix, el cual determinó el resultado mediante el rango de Spearman, arrojando que las muestras positivas a *E. canis* fueron menores en comparación a la trombocitopenia que presumiblemente era mayor, por lo tanto la correlación $P = 0.004$ ($P < 0.01$) que los detectados por frotis y la correlación entre los resultados positivos de ambas pruebas es baja ($r = 0.30$; $P < 0.01$). En la correlación de ELISA Snap 3Dx® con la trombocitopenia encontrada en las canidos infectados con *E. canis* se utilizó el programa antes mencionado. La pruebas ELISA Snap 3Dx® y la presencia de trombocitopenia en sangre, producen una cantidad de resultados positivos similares ($P > 0.50$), pero con una baja correlación ($r = 0.40$; $P < 0.01$) entre los casos específicos detectados. Pero en la clínica, un cuadro que no presenta ninguna signología aparente a esta enfermedad, al hacer un análisis de sangre para detectar los anticuerpos contra *Ehrlichia canis* puede ser falso, ya que un resultado positivo indica que el cánido se ha expuesto a la presencia de *Ehrlichia* y no implica necesariamente que la infección este latente. Un título negativo no descarta la infección con éste, pues un paciente muy enfermo es incapaz de

producir anticuerpos y al contrario, un caso muy temprano puede no haber comenzado a producirlos. Además, Snap 3Dx® se asocia sólo para detectar a *E. canis*. No está claro si los anticuerpos contra otro tipo de Ehrlichia pueden ser detectados por esta prueba. Para que comiencen a disminuir los anticuerpos contra esta infección tarde entre 6 a 9 meses y el clínico puede cometer un error en el diagnóstico, para eso son necesarias herramientas de apoyo, como lo mostró la biometría hemática, que con su recuento plaquetario, da una idea de cómo están trabajando los órganos afectados, como lo es el bazo principalmente, al disminuir la producción de plaquetas. Ahora bien, los resultados positivos entre Snap 3Dx® y frotis sanguíneo no se relacionaron con la trombocitopenia juntos, ya que en algunos casos, era positiva la presencia de *E. canis* en frotis sanguíneo y negativo en Snap 3Dx® con la presencia de trombocitopenia, es por eso que los resultados disminuyen por separado. Por lo que respecta a *B. burgdorferi* sólo un caso de los 152 se encontró positivo.

CONCLUSIONES

La utilización de la técnica de ELISA Snap 3Dx® es adecuada para el diagnóstico de *E. canis* en perros infectados naturalmente y con signología compatible a esta enfermedad, ya que demostró ser más sensible y específica en comparación con la técnica de frotis sanguíneo. Esto se concluyó de acuerdo a los resultados obtenidos por los valores LR (-) y LR (+) se encontraron dentro de los parámetros esperados al comparar la prueba de frotis sanguínea con el estándar de oro (Snap 3Dx®). La correlación entre Snap 3Dx® y trombocitopenia es adecuada para tomar en cuenta a este conteo plaquetario como una herramienta básica para el diagnóstico de *E. canis*. En cambio, la correlación entre frotis sanguíneo y la trombocitopenia es baja debido a que en frotis sanguíneo, sólo se encontraron pocas muestras positivas (59.7 %).

AGRADECIMIENTOS

El apoyo financiero para la realización del presente trabajo fue por parte del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación de la Universidad Autónoma de Sinaloa (PROFAPI 2006) y a la participación del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Parasitología Veterinaria CENID-PAVET del INIFAP en Jiutepec, Morelos y del Departamento de Parasitología de la FMVZ de la UNAM. Se agradece también la participación en el muestreo y procesamiento a los alumnos de la Asignatura de Parasitología, y de los Módulos de Producción de Ovinos y Caprinos, y de Metodología de la Investigación Científica de la FMVZ de la UAS.

LITERATURA CITADA

- Adrianzen G.; J. Chávez y A. Casas (2003), Seroprevalencia de la Dirofilariasis y Ehrlichiosis canina en tres distritos de Lima, Rev. Investig. Vet. Perú, ene./jun. vol.14, no.1, p.43-48, ISSN 1609-9117.
- Birchard S. J. y R. G. Sherding (1996), Manual clínico de pequeñas especies, vol. 1, Editorial McGraw Hill-Interamericana, México, p. 947.
- Bockino L.; P. M. Krimer; K. S. Latimer and P. J. Bain (2003), An overview of Canine Ehrlichiosis, Athens, GA 30602-7388.
- Daniel W. W. (2002), Bioestadística, base para el análisis de las Ciencias de la Salud, 4ª edición, Limusa Wiley, México, p. 755
- Ettinger S. J. and E. C. Feldman (2000), Veterinary internal medicine: diseases of the dog and cat, vol. 1. 5th, Edition. W. B. Saunders Co., Philadelphia, p. 402-406.
- García A. C.; Núñez O. L. (1996), Pancitopenia tropical en un perro, Rev AMMVEPE, 7(6): 235-236.
- Jacobson R. H. (1998), Validación de pruebas serológicas para el diagnóstico de enfermedades infecciosas, Rev Sci. Tech Off. Inf. Epiz. 17 (2), 507-506.
- Núñez L. O. (2000), Estudio de la seroprevalencia de *Ehrlichia canis* en México,

- http://www.maicodemexico.com.mx/esp/anol/protocolo_canino.html
- Rikihisa Y.; S. A. Swing; J. C. Fox; A. G. Siregar; F. H. Pasaribu and M.B. Malole (1991), Analyses of *Ehrlichia canis* and a canine granulocytic *Ehrlichia* infection, *Journal of Clinical Microbiology*, pp. 143-148.
- SSA (2005), Campaña de vacunación antirrábica en Sinaloa, <http://www.ssa-sin.gob.mx>
- Steel R. G. y Torrie J. H. (1988), *Bioestadística: principios y procedimientos*, 2da. Edición, McGraw-Hill, México, D.F.
- Thrusfield M. (1995), *Veterinary epidemiology*, 2da. Edition. Blackwell Science, Malden, MA. USA.
- Zambada S. C. A. (2005), *Gastroenterología clínica basada en evidencias, estomago y duodeno principios de medicina basada en evidencia*, UAS, pp. 389.

SEGUIMIENTO EN EL TRATAMIENTO COMBINADO FARMACOLÓGICO Y PSICOTERAPÉUTICO EN PACIENTES ALCOHÓLICOS

Irma T. Gutiérrez Larios¹, Felipe Peraza Garay², Rafael Valdez Aguilar³, Ana Bertha Irineo Cabrales⁴,
^{1,3,4} Coordinación Universitaria del Hospital Civil (CUHC) de Culiacán, Universidad Autónoma de Sinaloa
(UAS), México, iglarios@yohoo.com . ² Escuela de Ciencias Físico-Matemáticas

INTRODUCCIÓN

Hay evidencia de que la naltrexona (antagonista opióide) combinada con apoyo psicoterapéutico incrementa la eficacia del tratamiento en alcohólicos. Sin embargo, uno de los problemas es el alto índice de recaídas después del tratamiento y los síntomas colaterales. En algunos modelos animales se observa que antagonistas como la naloxona o la naltrexona disminuyen el consumo del alcohol y la auto-administración de alcohol (Stromberg *et al.*, 1998; Parkes y Sinclair, 2000; Vaan Ree *et al.*, 2000 Quintanilla y Tampier, 2000). No fue sino hasta el año de 1992, en que se reportaron dos estudios realizados en humanos en Estados Unidos (Volpicelli *et al.*, 1992; O'Malley *et al.*, 1992). La Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) aprobó la naltrexona para el tratamiento del alcoholismo en 1994. Cuando se usa en combinación con psicoterapia, este medicamento disminuye el ansia de beber en muchas personas y ayuda a prevenir que se vuelva a tomar alcohol en forma excesiva.

O'Malley (1992) y sus colaboradores documentan una disminución en el impulso imperioso por beber alcohol, y de recaídas, así como elevación en la tasa de abstinencia que a la vez reduce las tasas plasmáticas de enzimas hepáticas como la GGT y el cumplimiento terapéutico en los sujetos que recibieron un tratamiento combinado de naltrexona y terapia comportamental. Los estudios confirmaron la eficacia para disminuir la rapidez de la recaída (Volpicelli *et al.*, 1992 y O'Malley *et al.*, 1992). Los síntomas que son reportados con mayor frecuencia son náuseas, vómitos, y con menor, cefaleas, cansancio, depresión,

exantemas y disminución en el estado de alerta (Volpicelli *et al.*, 1995; Berg, B. J.; Pettinati, H. M. & Volpicelli, J. R., 1996; O'Brien *et al.*, 1996; King *et al.*, 1997; Oncken *et al.*, 2001).

Antón y colaboradores (2001) refieren la confirmación de la eficacia en los tratamientos citados, específicamente naltrexona y psicoterapia cognoscitiva-comportamental, para disminuir la rapidez de la recaída. Este autor presume que esta diferencia radica en el apoyo psicosocial, el cual manejado adecuadamente permite la adquisición de habilidades de autocontrol, aún en periodos prolongados (Antón *et al.*, 2001). En la terapia cognoscitiva conductual el terapeuta ayuda al paciente a aprender nuevas habilidades para hacer frente a los problemas o conductas inadecuadas como el abuso del alcohol (O'Malley *et al.*, 1992; Kadden, R., K. C., *et al.*, 1995; O'Malley, 1996)

Según la Norma Oficial Mexicana para la Prevención, Tratamiento y Control de las Adicciones (1999) el uso y abuso de bebidas alcohólicas y el alcoholismo se constituyen en la problemática de adicción más importante en nuestro país. Éste es considerado un grave problema de salud pública con repercusiones en todos los ámbitos (De la Fuente, *et al.*, 1997). En las estadísticas proporcionadas por la Encuesta Nacional de Adicciones (ENA, 2002) se observa que, en México, 13,581,107 de hombres y 10,314,325 de mujeres de 18 a 65 años de edad han bebido durante el último año, es decir que se reconocen como bebedores actuales un 72.2 % de los Hombres y el 42% de las mujeres son bebedores frecuentes (nivel alto). El 3.9 % de los hombres y 0.9 % de las mujeres (Frenk-Mora *et al.*, 2002). En Sinaloa, 66 de cada 100 personas mayores de 12 años han consumido alcohol alguna vez en la vida, 26 de cada cien se

embriagaron durante el último año y 11 de cada 100 son dependientes del alcohol (SISVEA, 2002; Gómez, 1997, 2000; González, 2000; Borges *et al.*, 2003). A pesar de las altas cifras de consumidores que abusan del alcohol, son pocos los alcohólicos que buscan ayuda en nuestro país. De acuerdo con los datos proporcionados por la ENA (1998), entre la población general sólo 1 de cada 3 personas que presentan dependencia al alcohol acuden a solicitar ayuda para la solución a sus problemas.

Todas estas evidencias motivaron la realización del presente trabajo de investigación. En nuestro país no se han publicado estudios de esta naturaleza, no se tienen noticias de estudios realizados con estas características con anterioridad. Por estas razones se realizó un tratamiento intermitente con naltrexona como una estrategia alternativa al tratamiento continuo. Tratando de reducir o interrumpir los síntomas colaterales indeseables se buscó elevar la tasa de adherencia terapéutica. Y disminuir el costo del mismo.

METODOLOGÍA

Se llevó a cabo un estudio experimental, longitudinal, prospectivo y comparativo; fueron derivados los pacientes dependientes del alcohol que requirieron el tratamiento y accedieron a tomarlo. El objetivo de esta investigación fue comparar la eficacia del tratamiento combinado farmacológico y psicoterapéutico, en la modalidad de tratamiento intermitente y continuo en sujetos alcohólicos de la población mexicana.

Muestra: de los 148 sujetos que iniciaron el tratamiento, lo terminaron 54 (36.5%) y lo abandonaron 94 (63.5%) en diferentes niveles de avance de la primera a la octava semana del proceso. Se estudió una muestra de 54 sujetos del sexo masculino, entre 20 y 60 años de edad dependientes del alcohol, que terminaron el tratamiento completo. Posteriormente durante 12 meses se realizó un seguimiento por vía telefónica aplicando una encuesta tanto al paciente como al familiar.

De los 54 sujetos que terminaron el tratamiento. Se localizaron para el seguimiento a 19 de ellos (11 del TC y 8 del TI)

Instrumentos: 1. Cuestionario de entrevista inicial. 2. Cuestionario de los criterios diagnósticos de dependencia de alcohol del D.S.M. IV (Jiménez; Medina-Mora, 2002, inédito). 3. Forma de consentimiento. 4. Autorregistros diarios de naltrexona y alcohol (Jiménez; Medina-Mora, 2002, inédito). 5. Autorregistros de presencia de síntomas durante el tratamiento (Sansores y Espinoza, 1999, inédito). 6- Seguimiento de pacientes alcohólicos (Gutiérrez Larios, 2005, inédito).

Procedimientos: se formaron dos grupos de 27 pacientes aleatoriamente, uno de ellos llevó a cabo un tratamiento continuo: cada individuo tomó un comprimido de naltrexona de 50 mg diariamente durante 12 semanas de manera ininterrumpida. El otro grupo tuvo un tratamiento intermitente, tomó una tableta (50 mg) una vez al día durante 2 semanas y dejó de tomarla la semana siguiente. Este procedimiento se repitió en 4 ocasiones hasta completar las 12 semanas del tratamiento.

Análisis estadístico: el procesamiento y análisis estadístico de la información se realizó utilizando los paquetes estadísticos SPSS®, y Statistica®. Un valor *p* menor de 0.05 fue considerado estadísticamente significativo (Peto, 1972; Campell, 1990; Lee, 1992).

RESULTADOS

Síntomas: se encontró una diferencia significativa entre grupos en la intensidad en 8 síntomas: sudoración, depresión, disminución de apetito, falta de concentración, mareo, dolor de cabeza y malestar estomacal. En todos ellos fue menor la intensidad del síntoma en el TI. Con respecto a la comparación entre la semana 1 y la semana 12 en ambos grupos de tratamiento, se apreció que fue mayor el número de síntomas que disminuyó significativamente en el TI que en el TC. Ocho síntomas

disminuyeron significativamente en el grupo de TI, en cambio en el TC sólo se encontró en cinco de ellos.

Gama Glutamil Transferasa: en la etapa de pretratamiento se les realizó un análisis de laboratorio para medir la enzima GGT, esto con el fin de obtener un índice del nivel de ingestión crónica de alcohol. Esta medida sirvió como línea base, ya que los niveles de esta enzima fueron determinados nuevamente al finalizar el tratamiento con naltrexona. A continuación se muestra la figura 1 en la cual se puede observar que ambos grupos, tanto el de tratamiento continuo como el de intermitente redujeron la media del nivel de GGT del pretratamiento, al finalizar el tratamiento de los tres meses con naltrexona.

Seguimiento: se observó que los pacientes alcohólicos disminuyeron su ingesta de alcohol y mantuvieron la disminución en la tasa de ingesta de alcohol en un porcentaje del 40% al 60%, a pesar de tener más de doce meses de haber terminado en el tratamiento. No hubo diferencias significativas entre los grupos.

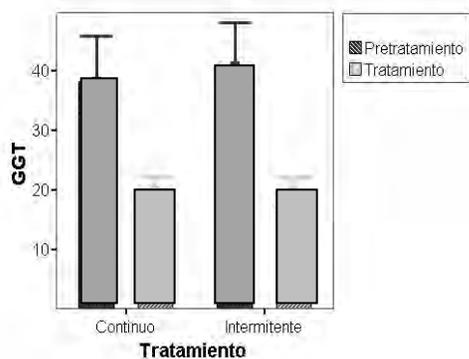


Figura 1. Comparación de medias de niveles de GGT en el pretratamiento y tratamiento. Se encontró una diferencia significativa entre la media del pretratamiento y el tratamiento ($P=0.00001$) en ambos grupos de tratamiento.

Se realizó un Anova de dos factores, (A=grupos, B=fases del tratamiento). No se encontraron diferencias significativas entre grupos (bloque A, $p=0.223$), sin embargo, se encontró una diferencia significativa intra-

grupo, entre el pretratamiento y el tratamiento en ambos grupos (bloque B, $p=0.000$), tanto el de TC como el de TI. Es decir, los pacientes que mostraron una reducción significativa de sus niveles de GGT entre el primer análisis de laboratorio realizado antes de que iniciaran el tratamiento y tres meses después cuando lo terminaron (véase Figura 1).

Razón de momios para medir la probabilidad de ingerir alcohol por grupo: en el análisis del consumo de alcohol se constató que en el grupo de TC tomó en total 31.5% y no lo hizo 18.5% de los sujetos, en el grupo de tratamiento intermitente tomó 22% de los sujetos y se mantuvo en abstinencia 27.8% de ellos. No se observaron diferencias significativas entre los grupos con respecto a si tomaron o no $p= 0.17$. Sin embargo, calculando el estadístico de razón de verosimilitud para la razón de momios observamos que la estimación de ésta fue de 2.16, y el intervalo de probabilidad de 15% (equivalente a un intervalo de confianza del 95%) fue de 0.72, 6.31, mostrando que puede ser hasta seis veces más probable que un sujeto del grupo continuo consuma alcohol comparado con el grupo intermitente (véase Figura 2).

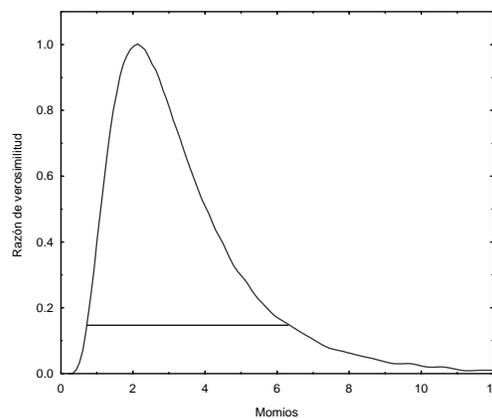


Figura 2. Gráfica de la razón de verosimilitud para la razón de momios de los grupos con respecto a si consumieron alcohol.

DISCUSIÓN

La posibilidad de usar la naltrexona sin el retiro del alcohol es de relevancia particular sólo desde un punto de vista de salud pública, porque aumenta el número total de pacientes que pueden ser tratados. Otra gran ventaja de este tratamiento es que no requiere de hospitalización, puede ser deambulatorio, además no se requiere de forma indispensable que el paciente deje de consumir alcohol para llevarlo a cabo. Por lo que disminuir la cantidad que se consume ya es en sí mismo benéfico para el paciente. Con respecto a la comparación entre la semana una y la semana doce en ambos grupos de tratamiento, se apreció que fue mayor el número de síntomas que disminuyó significativamente en el TI que en el TC. Ocho síntomas disminuyeron significativamente en el grupo de TI. En cambio, en el grupo de TC sólo cinco de ellos disminuyeron significativamente, por esta razón se considera que fue mejor también el grupo de TI en este aspecto. A pesar de que no hay antecedentes de la utilización de tratamientos intermitentes en la literatura, los resultados del presente estudio muestran una semejanza con los de Guardia (2002) al estudiar el tratamiento continuo. Este autor menciona que los síntomas fueron disminuyendo a partir de la segunda semana de tratamiento. De igual forma Ochoa (2000), habla de que estos efectos tienden a producirse en las etapas tempranas del tratamiento y se resuelven generalmente en una o dos semanas. El mayor número de síntomas que disminuyeron significativamente en el grupo de TI es un hallazgo importante del presente trabajo, pues no hay reportes de estudios realizados anteriormente con estas características.

CONCLUSIONES

1. Los dos grupos de tratamiento, presentan una diferencia significativa en la disminución de los niveles plasmáticos de la enzima

hepática GGT del pretratamiento al tratamiento. 2. Se encontró un decremento significativo en un mayor número de síntomas en el grupo de TI (8) que en el TC (5) al comparar las semanas 1 y 12. 4. El porcentaje de sujetos que bebieron durante el tratamiento fue mayor en el grupo de TC que en el de TI. Puede ser hasta seis veces más probable que consuma alcohol un sujeto del grupo de TC que uno del de TI. El promedio de copas que bebieron se redujo en ambos grupos. 5. Aunque en algunos parámetros que se evaluaron no se observaron diferencias significativas el reducir la farmacoterapia en una tercera parte, puede representar un beneficio tanto biológico como económico para los sujetos que realizaron el tratamiento. 6. Los pacientes mantuvieron la disminución en la ingesta de alcohol de un 40 a un 60%.

AGRADECIMIENTOS

Al Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación. Convocatoria 2006).

REFERENCIAS

- Stromberg, M. F.; Volpicelli, J. R. & O'Brien, C. P. (1998), Effects of Naltrexone administered repeatedly across 30 or 60 days on Ethanol, Alcoholism: and Experimental Research, 22 (9), 2186-2191.
- Quintanilla M. E.; Tampier, L. (2000), Effect to Naltrexone on acute tolerance to Ethanol in UCHb, Rats. Pub, Universidad de Chile, pp. 245-249.
- Parkes, J. H. & Sinclair, J. D. (2000), Reduction of alcohol drinking and upregulation of opioid receptors by oral Naltrexone in AA Rats, Alcohol, (21), 215-221.
- Van Ree, J. M.; Raymond, J. M.; Niesink, L.; Wolfswinkel, Van.; Ramsey, N. F.; Kornet, M. W. & Wouter (2000), Endogenous Opioids and Reward, European Journal of Pharmacology, 405, 89-101.

- Volpicelli J. R. (1992), Naltrexone in the treatment of alcoholism: Predicting response to Naltrexone, *Clin Psychiatry*, pp. 39-44.
- O'malley, S. S.; Jaffe, A. J. & Hang, G. (1992), Naltrexone and coping skills therapy for alcohol dependence: a controlled study, *Arch Gen Psychiatry*, 49, 881-887.
- Volpicelli J. R.; Clay, K. L. & Watson, N. T. (1995), Naltrexone an Antagonist for the Treatment of alcoholism. Predicting response to Naltrexone, *J. Clin. Psychiatry*, 56 (17), 39-44.
- Berg, B. J.; Pettinati, H. M. & Volpicelli, J. R. (1996), Valoración riesgo-beneficio de la naltrexona en el tratamiento de la dependencia del alcohol, *Drug Safety*, 15 (4), 274-283.
- O'brien, C. P.; Volpicelli, L. A. & Volpicelli, J.R. (1996), Naltrexone in the treatment of alcoholism: a clinical review, *Alcohol*. 13 (1), 35-39.
- King, C. A. (1997), Naltrexone biotransformation and incidence of subjective side effects, A Preliminary Study, *Laboratory on the Biology of Addictive Diseases*, 21 (5), 906-909.
- King, C. A.; Volpicelli, R. J.; Frazer, A. & O'brien, P. C. (1997), Effect of Naltrexone on subjective alcohol response in subjects at high and low risk for future alcohol dependence, *Psychopharmacology*, 129, 15-22.
- Oncken, C.; Van, K. J. & Kranzler, R. H. (2001), Adverse effects of oral Naltrexone: analysis of data from two clinical trials, *Psychopharmacology*. 154, 379-402.
- Anton, F. R.; Moak, H. D.; Latham, K.; Waid, R. & Malcolm, J.R. (2001), Posttreatment results of combining Naltrexone with cognitive-behavior therapy for the treatment of alcoholism, *Journal of Clinical of Psychopharmacology*, 21 (1), 72-77.
- Kadeen, R.; Kathleen, C.; Donovan, D.; Mont, P.; Litt, M. & Hester, R. (1995), Cognitive-Behavioral Coping Skills Therapy Manual, Rockville.
- O'malley, S. S.; Jaffe, A. J. & Chang, G. (1996), Six-month Follow-up of Naltrexone and psychotherapy for Alcohol dependence, *Arch. Gen. Psychiatry*, 53, 217-224.
- De la Fuente, M. R.; Lara M. M. del C.; Berlanga, C. & Campillo, S. C. (1997), *La patología mental y su terapéutica*, tomo I. Mexico, Fondo de Cultura Económica.
- Frenk, M. (2002), Norma Oficial Mexicana para la prevención, tratamiento y control de las adicciones, México, Secretaría de salud.
- Jiménez, S. K.; Medina-Mora, I. M. E. (tutora) (2001), tesis de Maestría en Psicología Profesional, Universidad Nacional Autónoma de México, 1-10.
- Guardia, J. (2002), A Double-blind placebo-controlled study of Naltrexone in the treatment of alcohol dependence disorder: results From a Multicenter Clinical Trial, *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*. 12 (7), 1381-1387.
- Ochoa, M. E.; Arias, H. F. & Torres, H. M. A. (2000), Evaluación de la seguridad del tratamiento de Naltrexona en la dependencia del alcohol, *Publicación del grupo de estudio observacional de la dependencia alcohólica*, 28 (3), 161-168.

ESTUDIO DE LA APOPTOSIS EN EL PROTOZOARIO PARÁSITO *GIARDIA LAMBLIA*

Brenda Esmeralda Jordán Ruiz*¹, José Guadalupe Rendón Maldonado², Sylvia Páz Díaz Camacho², Jeanett Chávez Ontiveros³, Roberto Rosales Reyes⁴ y Héctor Samuel López-Moreno¹.

¹Laboratorio de Inmunología Molecular, ²Unidad de Investigaciones en Salud Pública Louis Pasteur y

³Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa. Tel/fax: (667) 7520460, E-mail: hsamlo@uas.uasnet.mx

⁴Unidad de Medicina Experimental, Facultad de Medicina, UNAM.

INTRODUCCIÓN

El proceso de apoptosis, un tipo de muerte celular programada, que ha sido descrito en organismos invertebrados como en vertebrados también se ha observado en protozoarios que poseen mitocondrias como *Blastocystis hominis* (Nasirudeen y cols., 2004). Asimismo, este proceso se ha reportado en otros protozoarios como *Trichomonas vaginalis* que no poseen mitocondrias pero que tienen un organelo conocido como hidrogenosoma (Chose y cols., 2003; Vanacova y cols., 2003), que participa en la apoptosis de ese parásito. Sin embargo, existen protozoarios como el parásito *Giardia lamblia* que no poseen ninguno de estos organelos, por lo que resulta fundamental estudiar la apoptosis en este parásito como base para la comprensión de la muerte celular que experimentan este tipo de células eucarióticas, permitiéndonos contribuir en la comprensión de los mecanismos moleculares de la muerte celular programada como la apoptosis en estas células que carecen de mitocondrias e hidrogenosomas. Por lo que el objetivo general de este trabajo es estudiar la apoptosis en el protozoario parásito *Giardia lamblia*

MATERIALES Y MÉTODOS

Parásito: la cepa de *Giardia lamblia* WB, será cultivada en medio Diamond modificado TYI-S-33 enriquecido con 10% de suero fetal bovino y 0.2% de antibiótico a una

temperatura de 37 °C bajo condiciones de anaerobiosis (Rodney, 2001).

Inducción de apoptosis: la muerte celular en *Giardia lamblia* será inducida mediante el tratamiento con metronidazol con base en el protocolo descrito por Nasirudeen (Nasirudeen y cols., 2004). Alternativamente, la apoptosis será inducida mediante el cultivo de agotamiento de nutrientes. Como testigos se emplearán células en condiciones normales de cultivo y células tratadas con azida de sodio como inductor de necrosis (Nasirudeen y cols., 2004).

Anexina V y PI: a fin de analizar la integridad de la membrana celular, 2×10^6 giardias tratadas y no tratadas serán colectadas y teñidas con anexina V-FITC y yoduro de propidio (PI) y su fluorescencia, serán medidas en un citómetro de flujo (FACSCalibur) y analizadas usando el programa WinMdi 2.7, con base en lo descrito por Yarei 2005 (Yarei y cols., 2005).

Ensayo de escalera de DNA: 2×10^6 giardias tratadas y no tratadas serán colectadas, se les extraerá el DNA para ser evaluadas mediante un kit de escalera de DNA inducida por apoptosis. Los DNA's obtenidos serán resueltos mediante electroforesis en geles de agarosa al 1.0% como se describió previamente (Nasirudeen y cols., 2004).

TUNEL: después del tratamiento las giardias (problema y testigo), serán fijadas con paraformaldehído al 4%, permeabilizadas

con Tritón X-100 al 0.1% y marcadas con trifosfato de deoxiuridina-FITC mediada por deoxinucleotidil transferasa terminal (TUNEL) y analizadas mediante microscopia de fluorescencia o alternativamente mediante citometría de flujo de acuerdo a lo descrito por Yarei (2005) (Yarei y cols., 2005).

RESULTADOS PRELIMINARES Y DISCUSIÓN

Después de un largo periodo de contratiempos con los cultivos del protozooario parásito *Giardia lamblia*, hemos podido iniciar con el estudio de la apoptosis en este eucarionte primitivo (Rodney, 2001) (ver Figura 1). Los resultados preliminares con los que se cuenta al momento de escribir el presente reporte corresponden a los ensayos de escalera de DNA, con base en el protocolo descrito en Material y métodos, después de poner en contacto a los trofozoitos de *G. lamblia* con concentraciones crecientes de metronidazol e incubarlas durante 24h a 37°C no ha sido posible evidenciar una degradación de tipo escalera de DNA, (ver Figura 2). Estamos evaluando tiempos de incubación mayores correspondientes a 48 y 72h de interacción. Nuestros datos coinciden con lo reportado en *Blastocystis hominis* por Nasirudeen y cols., en 2004, quienes después de realizar sus interacciones con metronidazol no observaron la generación de la escalera de DNA, producto de la fragmentación del DNA y correspondiente a la fase final de la apoptosis. Recientemente, Pérez-Arriaga y cols., en 2006 reportaron un efecto citotóxico de curcumina, un fármaco comercial obtenido de *Curcuma longa*, sobre trofozoitos de *G. lamblia* cepa Portland 1, sin embargo, ellos no muestran ningún ensayo de escalera de DNA. Resultados previos obtenidos *in vitro* por el grupo de Díaz-Camacho y cols., muestran que metronidazol al menos daña la integridad de la membrana de los trofozoitos de *G. lamblia* las cuales se tiñen con el colorante azul de tripano sugiriendo la muerte del parásito (Gurrola, 2006). Es necesario continuar con nuestro

estudio a fin de obtener resultados más concluyentes. Asimismo, debe incluirse en el estudio la búsqueda de moléculas canónicas de la apoptosis como las caspasas o las nucleasas CAD o EndoG.

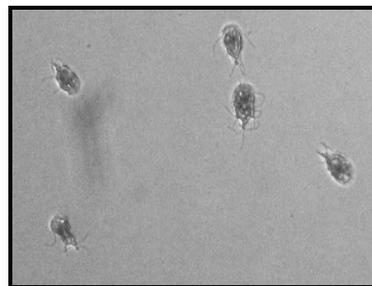


Figura 1. Micrografía de *Giardia lamblia*. En la presente imagen se observan 5 trofozoitos del protozooario parásito *G. lamblia* teñidos con colorante de Wright, donde puede apreciarse su apariencia piriforme, sus dos núcleos y sus flagelos que le sirven de locomoción. La imagen fue capturada con una cámara digital HP Photosmart R967 de 10 Mp sobre un microscopio invertido Motic con objetivo de 40X.

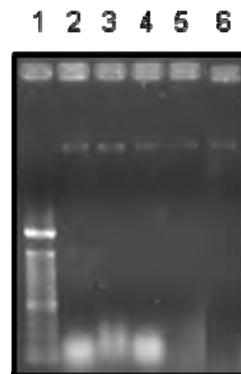


Figura 2. DNA de *Giardia lamblia*. Gel de agarosa al 1% donde se observa el DNA obtenido de la interacción de trofozoitos de *G. lamblia* cepa WB con diferentes concentraciones de metronidazol. Líneas: 1, marcador de 100pb, 2, guardias no tratadas, 3-6, guardias tratadas con 0.1, 1, 10 y 100µM de metronidazol.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la QFB. Josefina Félix por su asesoría para el cultivo de *G. lamblia*.

Asimismo, agradecemos al PROFAPI de nuestra universidad por el financiamiento otorgado para la realización de este proyecto con registro N° PROFAPI-06-114.

BIBLIOGRAFÍA

- Chose O., Sarde C.O.; Noel C; Gerbod D.; Jimenez J.C.; Brenner C.; Capron M.; Viscogliosi E; Roseto A. (2003), Cell death in protists without mitochondria. *Ann N Y Acad Sci*, 1010: 121-125.
- Gurrola Bojórquez, V.R (2006), Actividad antiparasitaria del extracto metanólico de arrayán (*Psidium sartorianum*) y guamúchil (*Pithecellobium dulce*) sobre *Giardia lamblia*, tesis FCQB-UAS.
- Nasirudeen A.M.A.; Hian Y.E.; Singh M.; Tan K.S.W. (2004), Metronidazole induces programmed cell death in the protozoan parasite *Blastocystis hominis*, *Microb*, 150: 33-43.
- Pérez-Arriaga, L.; Mendoza-Magaña ML.; Cortés-Zárate, R.; Corona-Rivera, A.; Bobadilla-Morales, L.; Troyo-Sanromán, R; Ramírez-Herrera, M.A; (2006), Cytotoxic effect, of curcumin on *Giardia lamblia* trophozoites, *Act Trop* 2006 doi:10.1016-/j.actatropica.2006.03.005.
- Rodney, D.A.; (2001), Biology of *Giardia lamblia*, *Clin Microbiol Rev*, 14: 447 – 475
- Vanacova, S; Liston D.R; Tachezy, J; Johnson, P.J; (2003), Molecular biology of the amitochondriate parasites, *Giardia intestinalis*, *Entamoeba histolytica* and *Trichomonas vaginalis*, *Internat J Parasitol*, 33: 235-255.
- Yarei, K.; Campbell, L.A.; Zhu, X.; Liles, C.; Kuo, C.C.; Rosenfeld, M.E.; (2005), *Chlamydia pneumoniae* augments the oxidized low-density lipoprotein-induced death of mouse macrophages by a caspase-independent pathway, *Infect Immunit*, 73 (7): 4315-4322.

VALORACIÓN DE GENOTOXICIDAD CON DETERMINACIÓN DE MICRONÚCLEOS POR INTOXICACIÓN CRÓNICA DE PLAGUICIDAS EN JORNALEROS AGRÍCOLAS DEL VALLE DE CULIACÁN

*Dr. en C. Blanca Rosa Noriega Ortega, •Dr. en C. Alejandro Cruz Hernández, °Dr. en C. Guillermo Romero Navarro, 'Dra. Paula Flores Flores, •Dr. en C. Alejandro Bravo Cuellar, •Dr. en C. Guillermo Zúñiga, *M. en C. Ernesto Armienta Aldana, *Biol. José Ángel Cervantes Pompa. *Facultad de Medicina, °Facultad de Ciencias Quimicobiológicas, •Facultad de Agronomía y Centro de Investigaciones Biomédicas de Occidente del IMSS (CIBO), Guadalajara Jalisco e IMSS Culiacán.

INTRODUCCIÓN

El uso de plaguicidas es necesario, pero deben ser aplicados de manera racional, ya que las plagas pueden desarrollar resistencia a ellos obligando al aumento de la dosis de aplicación. Este aumento de dosis puede llegar a ocasionar un efecto genotóxico en el hombre debido en gran parte al consumo de productos contaminados o por el contacto durante su manejo y aplicación en los campos agrícolas (1). La acción genotóxica de algunos agentes químicos repercute de manera directa en el ser humano al ocasionar alteraciones sobre el material genético (ADN) al cual se le ha relacionado con el desarrollo del cáncer y leucemia (2,3,4,5,6,7). Debido a esto en los últimos años se han llevado a cabo un sinnúmero de trabajos de investigación sobre agentes genotóxicos. La cuantificación de micronúcleos (MNs) en células de la mucosa bucal en uno de los ensayos que más se utilizan en la actualidad para detectar los efectos genotóxicos de un sinnúmero de compuestos. Los MNs son fragmentos de cromosomas o cromosomas completos que por causa de agentes clastógenos o aneuploidógenos quedan fuera del núcleo celular (8-9). Por lo que el objetivo de este trabajo es investigar el efecto de los plaguicidas en personas expuestas en el campo por medio del daño genético en la estructura del ADN, mediante el ensayo de micronúcleos en mucosa bucal.

MATERIALES Y MÉTODOS

En esta primera etapa del proyecto se tomaron 88 muestras de trabajadores agrícolas del valle de Culiacán de las cuales se seleccionaron trece. Las muestras pertenecían al sexo masculino de edades variables, los cuales en su trabajo se encontraban en contacto directo con plaguicidas durante al menos dos años. Se descartaron aquellas personas que no tuvieran al menos ese tiempo, fueran bebedores y fumadores frecuentes o que se encontraran con algún tratamiento médico; para conocer estos antecedentes previamente se les hizo un cuestionario para seleccionar las muestras adecuadas.

Para la cuantificación de micronúcleos en mucosa oral se valoró por el método de Schmid y Henddle (10). Para el análisis de MNs en mucosa oral se realizaron cuatro frotis por cada sujeto participante en el estudio. Para esto se le pidió a cada participante que se enjuagara la boca con un poco de agua, después, con un portaobjetos se obtuvo el raspado de la mucosa bucal de ambas mejillas, se realizó el extendido de la muestra en otra laminilla limpia y desengrasada y se repitió la operación para tener la muestra por cuadruplicado; la muestra se secó al aire y se fijó en metanol al 80 % por 48 hrs para proceder a la tinción con naranja de acridina. La laminilla se observó al microscopio de fluorescencia con el objetivo 100 X y se contaron 2,000 células por muestra. La tinción de las laminillas se realizó con naranja de acridina, colorante específico para ácidos nucleicos. El naranja de acridina

emite fluorescencia y dado que el núcleo y los MNs están formados de ADN, esta propiedad es aprovechada para la visualización de MNs.

Las características tomadas en cuenta para considerar a una célula como normal fueron la presencia de citoplasma intacto y relativamente homogéneo, poco o ningún empalme con células adyacentes, núcleo normal, intacto y homogéneo, con perímetro nuclear liso y distinguible; mientras que en el caso de las células con MNs se tomaron en cuenta las características descritas por Fenech (2000) (11); también se cuantificaron otras anomalías nucleares tales como cariorrexis, cariólisis, cromatina anormalmente condensada y broken-egg (Figura 1).

RESULTADOS PREELIMINARES

Hasta el momento se ha observado lo siguiente, con base en el cuestionario que les aplicamos a las personas que participaron en este proyecto sus edades fluctúan entre los 17 – 51 años, tiempo laborando en los campos agrícolas de 2 meses a 19 años. La función más común en el campo es la de bombero o aplicador y mezclador.

En cuanto a la valoración de MNs y anomalías nucleares se describen en la tabla 1.

CONCLUSIÓN

Con base en los datos obtenidos hasta el momento, nosotros encontramos que más del 90 % de las personas a las que les realizamos el estudio genotóxico presentaron al menos un tipo de anomalía nuclear incluyendo la de los MNs. Se observó que aproximadamente el 69 % de las personas muestreadas presentó MNs. Con base en estos resultados nos proponemos realizar más pruebas de MNs en personas expuestas a plaguicidas y hacer las mismas pruebas en personas no expuestas a plaguicidas y, así poder comparar nuestros resultados y dar una conclusión argumentada del uso de los MNs como un posible biomarcador de intoxicaciones crónicas para prevenir enfermedades crónico-degenerativas posteriores.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Autónoma de Sinaloa, a través del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación (PROFAPI) convocatoria 2006.

A la Asociación de Agricultores del Río Culiacán (AARC) a través del ingeniero Fernando Zamudio Jiménez por su valiosa cooperación en la realización de este proyecto.

Tabla 1. Valoración de MNs y anomalías nucleares.

MUESTRA	EDAD	OCUPACIÓN	TE	MNs	NL	CL	CR	BN	CC	PN
1	26	Invernadero	5 años	4	0	0	5	0	1	0
2	32	Aspersor	3 años	0	1	0	0	0	0	0
3	30	Aplicador	2 años	0	0	0	0	0	0	0
10	34	Bombero	2 años	2	0	0	0	2	0	0
19	31	enc. de aplic.	9 años	7	0	1	0	0	0	0
20	41	Produccion	17 años	1	7	3	1	3	0	0
21	48	Bombero	12 años	1	1	7	0	1	1	0
32	27	Mezclador	7 años	1	6	6	7	6	5	0
47	29	Mezclador	5 años	0	0	0	0	2	2	0
49	33	Bombero	10 años	2	0	2	24	2	2	0
51	24	Bombero	2 años	2	1	0	0	2	0	0
53	33	bombero	9 años	0	2	0	0	0	0	0
64	37	Bombero	20 años	0	1	0	3	0	0	0

TE: Tiempo de exposición

MNs: Micronúcleos

NL: Núcleo lobulado (Broken Egg)

CL: Cariolisis

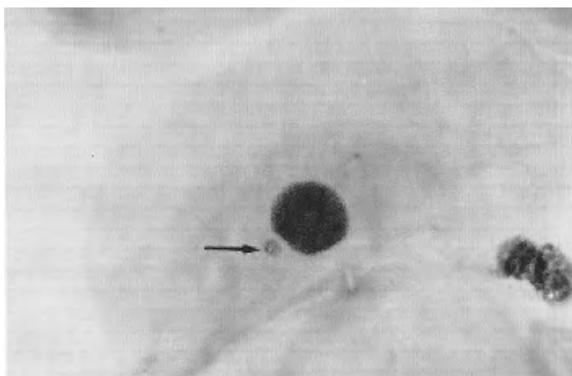
CR: Cariorrexis

BN: Célula Binucleada

CC: Cromatina Condensada

PN: Picnosis

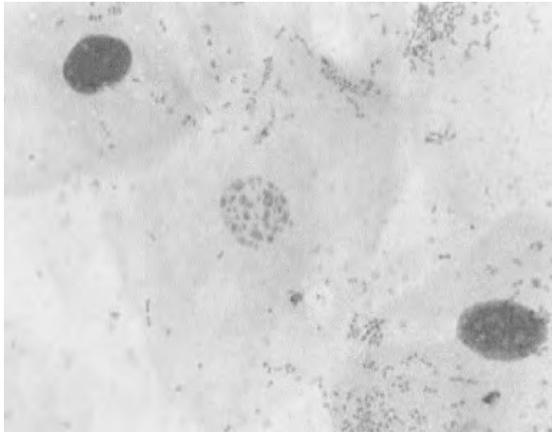
Figura 1. Anormalidades nucleares.



Célula Micronucleada



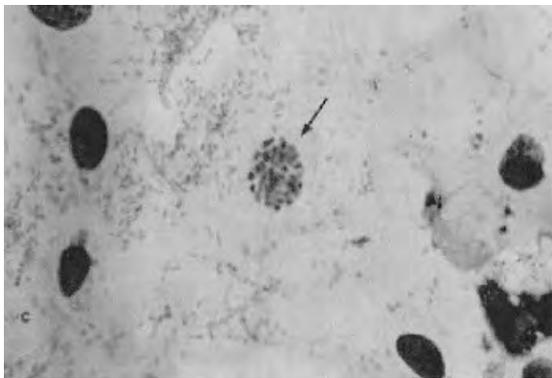
Célula Binucleada



Cariorexix



Cariolisis



Cromatina condensada



Broken - Egg

BIBLIOGRAFÍA

Grover I.S. Malhi. (1985), Genotoxic effects of some organophosphorous pesticides, induction of micronuclei in bone marrow cell in rats, *Mutat Res*, 155: 131-134.

Gauthier J.M.; Dubeau, H.; Rassart E. (1999), Induction of micronuclei in vitro by organochlorine compounds in beluga whale skin fibroblasts, *Mutat Res*, 439: 87-95.

Palacios, M.E.; Paz, P.; Hernández, S.; Mendoza, L. (1999), Sintomatología persistente en trabajadores industrialmente expuestos a plaguicidas organofosforados, *Salud Pública Mex*, 41: 55-61.

Zalacain, M.; Sierrasesúmaga, L.; Patiño, A. (2005), El ensayo de micronúcleos como medida de inestabilidad genética inducida por agentes genotóxicos, *An Sist Sanit Navar*, 28 (2): 227-236.

Fenech, M. (2002, Chromosomal biomarkers of genomic instability relevant to cancer, *DDT* 2002 7 (22): 1128-1137.

Fenech, M. (2002), Biomarkers of genetic damage for cancer epidemiology, *Toxicology*, 181-182: 411- 416.

Kamboj, M.; Mahajan, S. (2006), Micronucleus an upcoming marker of genotoxic damage, *Clin Oral Invest*, (DOI 10.1007/s.00784-006-0075-y.

Norppa, H, Falck, G.C.M. (2003), What do human micronuclei contain? *Mutagenesis*, 18 (3): 221-223.

Majer, B.J.; Laky, B.; Knasmuller, S.; Kassie, F (2001), Use of the micronucleus assay with exfoliated epithelial cells as a biomarker for monitoring individuals at elevated risk of genetic damage and in chemoprevention trials. *Mutat Res*, 489; 147-172.

Schmid W. (1975), The micronucleus test,
Mutat Res, 31: 9-15.

Fenech, M. (2000), The in vitro micronucleus
technique, Mutat Res, 455: 81-95.

IDENTIFICACIÓN DE ANTÍGENOS EN EL EXTRACTO PROTEÍNICÓ DE *Gnathostoma*, AISLADO DE HOSPEDEROS NATURALES DE SINALOA

*Gabriel Noris Sarabia, José G. Rendón Maldonado, Héctor S. López Moreno, de la Cruz Otero María del Carmen y Sylvia Paz Díaz Camacho. Unidad de investigación en salud pública "Louis Pasteur", Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa. Ciudad Universitaria, Av de las Américas y Blvd. Universitarios S/N, Culiacán, Sinaloa. CP 80000. Tel/fax: (667) 7520460. jgrendon@fcqb.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

La gnathostomosis humana, o síndrome de *larva migrans* por *Gnathostoma*, se adquiere al ingerir carne cruda o insuficientemente cocida de peces dulceacuícolas o de aguas salobres infectados con larvas de tercer estadio avanzado (L3A) de diferentes especies de nemátodos del género *Gnathostoma*. Es una zoonosis parasitaria endémica del sureste asiático principalmente de países como Corea, Japón y Tailandia. En América se diagnosticó por primera vez en México en 1970 (Peláez *et al.*, 1970) y posteriormente en Ecuador (Ollague, 1985). Existen alrededor de doce especies pertenecientes a este género, aunque no todas infectan al ser humano. Inicialmente *G. spinigerum* fue considerado como la especie causal de esta enfermedad hasta que en estudios posteriores se reportaron casos de humanos parasitados por *G. hispidum*, *G. doloresi*, *G. nipponicum* y *G. binucleatum* (Almeyda-Artigas R.J. *et al.*, 2000).

La sintomatología se presenta cuando la larva L3A es liberada en el estómago del paciente, perfora la pared estomacal y migra hacia el hígado. En esta etapa los pacientes pueden presentar dolor epigástrico, náuseas, y vómito. Posteriormente, la(s) larva(s) puede(n) dirigirse a cualquier parte del cuerpo. Este proceso ocasiona un síndrome denominado *larva migrans* y las manifestaciones pueden ser cutáneas, oculares, viscerales, neurológicas o bien una combinación de ellas (Díaz-Camacho *et al.*, 1998). Las manifestaciones cutáneas son las más frecuentes en Sinaloa y se han clasificado en cuatro variedades: inflamatoria, serpiginosa,

seudofurunculosa y mixta (Ollague-Loaiza, 1985 y Martínez-Cruz, J.M. *et al.*, 1989).

Durante el ciclo biológico, los gusanos adultos hembra y macho se localizan en el esófago o estómago de hospederos definitivos como el tlacuache (*Didelphys marsupialis*). Después de copular, la hembra arroja cientos de huevos que son excretados junto con las heces de sus hospederos definitivos al suelo o agua. En el interior de los huevos se desarrolla la larva de primer estadio (L1), la cual se transforma en larva de segundo estadio (L2) cuando los huevos eclosionan en estanquias de agua dulce (ríos, lagos o esteros). La larva L2 nada libremente en el agua y puede ser ingerida por copépodos de los géneros *Cyclops*, *Eucyclops*, *Mesocyclops*, entre otros. Dentro de estos copépodos la L2 se desarrolla en larva de tercer estadio temprano (L3T). Los peces, que se alimentan de copépodos infectados, actúan como segundos hospederos y en ellos la larva se diferencia en larva de tercer estadio avanzado (L3A), que es la fase infectante para el hombre. Adicionalmente, esta larva puede ser diseminada a una amplia variedad de hospederos paraténicos tales como peces carnívoros, reptiles, aves y anfibios. Cuando la L3A es ingerida por el hospedero definitivo (felinos, marsupiales, entre otros) la larva se convierte en adulto y alcanza la madurez sexual, cerrando así el ciclo vital. A pesar de que el ser humano no es un hospedero definitivo de *Gnathostoma* se puede convertir en hospedero accidental al consumir carne cruda o insuficientemente cocida de pescado dulceacuícola o de alguno de los hospederos paraténicos que estén infectados con la larva L3A (Lamothe, 1999 y Moore *et al.*, 2003).

ANTECEDENTES

Se ha reportado que los pacientes con gnathostomosis desarrollan una respuesta inmune humoral que induce la síntesis de anticuerpos específicos, al menos de las clases IgG, e IgE. Con base en esto, en países asiáticos como Tailandia y Japón, así como en nuestro país desde 1990, en la Unidad de Investigaciones en Salud Pública “Louis Pasteur” (UISP “Louis Pasteur”) de la Facultad de Ciencias Químico-Biológicas de nuestra Universidad Autónoma de Sinaloa, se han desarrollado métodos de diagnóstico serológico mediante ensayos inmunoenzimáticos como ELISA y *Western blot*, donde se emplea como antígeno el extracto crudo del parásito tanto de la larva como del gusano adulto (Suntharasamai P. *et al.*, 1985, Díaz-Camacho *et al.*, 1998 y Caballero-García 2005).

Actualmente, en la UISP- “Louis Pasteur” se emplea para diagnóstico serológico el antígeno del gusano adulto de *G. doloresi* proveniente de Japón. Sin embargo, en nuestro país no se ha reportado esta especie. Por otra parte, recientemente se ha reportado que un antígeno inmunodominante de 40 kDa conservado entre *G. spinigerum*, *G. hispidum* y *G. doloresi* es reconocido por sueros de pacientes japoneses. Este antígeno también fue reconocido por sueros de pacientes mexicanos con gnathostomosis confirmada por ELISA (Ishiwata *et al.*, 2003).

En este trabajo se identifican las proteínas más inmunogénicas del extracto crudo del gusano adulto aislado de hospederos naturales de esta región, con la finalidad de optimizar el diagnóstico de la enfermedad utilizando extracto de gusano adulto nativo de nuestro estado. Este trabajo aportará las bases para el desarrollo de un método de diagnóstico más eficaz y de mayor sensibilidad donde sea empleado antígeno de la especie endémica en Sinaloa, ya que ésta es la que está en contacto con los pacientes de nuestra localidad, así como contar con una buena fuente de antígeno suficiente para ser

empleado en el sector salud y pueda ser accesible para toda la población, no sólo en México, sino en otros países donde la enfermedad se considera endémica.

El objetivo de este trabajo es identificar las proteínas presentes en el extracto crudo antigénico del gusano adulto endémico de Sinaloa, con la finalidad de purificar los antígenos que puedan ser empleados en el diagnóstico serológico de la gnathostomosis humana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Pacientes ELISA (+)

Los sueros utilizados en este estudio fueron obtenidos de sesenta pacientes con cuadro clínico compatible con gnathostomosis, que acudieron a la Unidad de Investigación en Salud Pública “Louis Pasteur” de la FCQB-UAS, para realizarse la prueba de diagnóstico en el periodo comprendido de enero de 2000 a septiembre de 2006. Se aplicó una encuesta a cada paciente para conocer su historia clínica y hábitos alimenticios. Adicionalmente se les realizó una biometría hemática con el fin de conocer su estado de salud. Todos los sueros resultaron positivos diagnosticados mediante ELISA y empleando el antígeno del extracto crudo de gusanos adultos de *Gnathostoma doloresi*, gentilmente donado por colaboradores de la Universidad de Fukuoka, Japón. Se tomaron como controles negativos los sueros de 18 voluntarios sanos que resultaron negativos mediante ELISA.

Extracto crudo antigénico

El extracto antigénico empleado en este estudio fue preparado a partir de gusanos adultos de *Gnathostoma* aislados del estómago e hígado de tlacuaches (*Didelphys marsupialis*) infectados de manera natural. Los gusanos se lavaron en solución salina isotónica de NaCl al 0.85% y posteriormente fueron liofilizados y almacenados a -20°C hasta su uso.

El extracto crudo antigénico fue preparado por maceración y sonicación de los gusanos en una solución amortiguadora de fosfatos (suplementada con: 10 μ M de EDTA/, 0.2% azida sódica y 2% p-metilsulfonilfluoruro/PMSF). La concentración proteica del extracto fue determinada por el método de Bradford (Bradford, 1976).

SDS-PAGE

Las proteínas del extracto crudo fueron separadas por electroforesis de acuerdo al método de Laemmli, empleando geles de poliacrilamida separadores y concentradores al 12 y 8% respectivamente. La muestra fue preparada mezclando amortiguador de Laemmli- β -mercaptoetanol al 5% con el extracto antigénico en relación 1:1 (v/v) y posteriormente fue sometida a un baño de agua a 100°C durante 5 minutos. En cada carril del gel se cargaron 10 μ L de la muestra preparada, equivalente a 12.5 μ g de proteína total. Las condiciones de separación fueron 75 V durante 2 hrs. Después de la electroforesis, el gel fue teñido con azul de Coomassie para detectar las proteínas.

Inmuno-electrotransferencia

El extracto crudo separado por SDS-PAGE fue transferido a una membrana de nitrocelulosa previamente sumergida por 10 minutos en metanol al 40%. Las condiciones de electrotransferencia fueron 100 V y 350 mA durante 1 h. Una vez que las proteínas se transfirieron a la membrana, ésta fue bloqueada con PBS-Tween20 0.1%-leche descremada 5%, por 2h con agitación moderada, seguida de dos lavados de 10 minutos con PBS-Tween20 al 0.1%. Posteriormente, fue incubada con los sueros de pacientes seleccionados (diluidos 1:200 en solución amortiguadora PBS-Tween20 0.1%-leche descremada 5%) durante 90 minutos. Como segundo anticuerpo se empleó una anti-IgG humana (proveniente de cabra) conjugada a peroxidasa en una dilución 1:2000 que se incubó por 90 minutos a temperatura ambiente. La

reacción antígeno-anticuerpo fue revelada con diaminobenzidina.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aislamiento de parásitos adultos y obtención del extracto proteínico

Se sacrificaron nueve tlacuaches silvestres capturados en la población de Tecualilla, municipio de Escuinapa, Sinaloa. Seis de estos marsupiales estuvieron parasitados con adultos de *Gnathostoma* (66.6%). Se recuperaron 33 gusanos adultos de estos tlacuaches: 12 parásitos hembras y 21 gusanos machos (Figura 1).

A partir de estos parásitos se realizó la extracción de proteínas mediante liofilización y sonicación con un rendimiento promedio de 2 mg/ml por gusano adulto, según el método de cuantificación de Bradford.

Electroforesis del extracto crudo de Gnathostoma spp.

Las proteínas del extracto fueron separadas electroforéticamente en geles de poliacrilamida donde se observaron alrededor de 26 proteínas de pesos moleculares de 8-150 kDa (Figura 2).

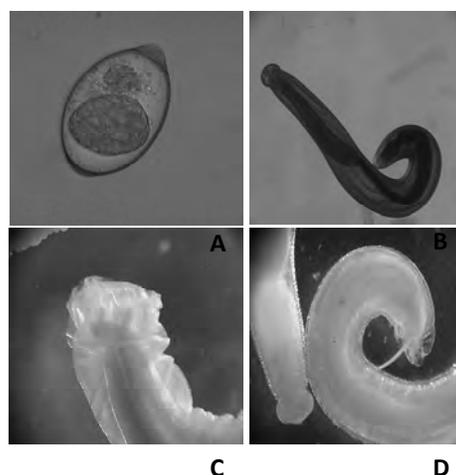


Figura 1. Morfología del huevo (A), larva L3A (B) y gusanos adultos de la hembra (C) y del macho (D) de *Gnathostoma*.

Inmunoelctrotransferencia

El estudio de la inmunoelctrotransferencia de las proteínas del adulto de *Gnathostoma* o *Western blot*, permitió identificar alrededor de 25 proteínas del extracto que fueron reconocidas por los anticuerpos presentes en los sueros analizados (Figura 3). Cuatro de estas proteínas (25, 44, 87 Y 175 kDa) presentaron un mayor reconocimiento por los anticuerpos presentes en los sueros de los pacientes seropositivos. Estos datos sugieren que estas proteínas son las más inmunogénicas, por lo que podrían considerarse inmunodominantes.

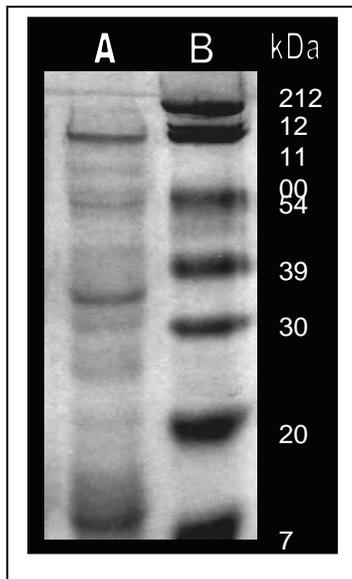


Figura 2. Corrimiento electroforético del extracto crudo de los gusanos adultos de *Gnathostoma*. A) Proteínas del parásito y B) marcadores moleculares en kDa.

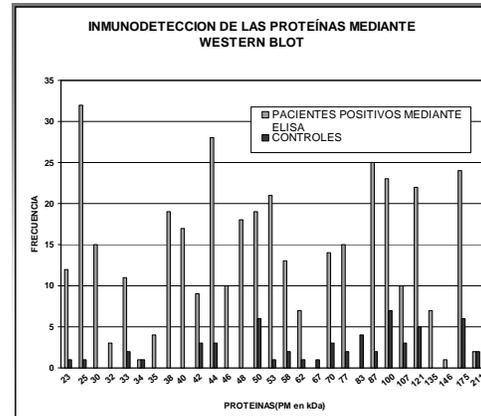


Figura 3. Frecuencia de inmunodetección de las proteínas del extracto crudo antigénico de *Gnathostoma* spp.

CONCLUSIONES

El rendimiento de la extracción del extracto crudo de los gusanos adultos fue aceptable con alrededor de 2 mg/mL de proteína.

Se identificaron más de 25 proteínas en el extracto crudo y más de veinte de ellas fue reconocida por los sueros de los pacientes.

Se identificaron al menos cuatro proteínas inmunodominantes en el extracto crudo, ya que fueron las reconocidas por los sueros.

Alguna de estas proteínas puede ser un buen candidato para ser estudiado como antígeno inmunodominante de *Gnathostoma* con potencial para el diseño de un óptimo método de diagnóstico.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue desarrollado en la Unidad de Investigaciones en Salud Pública “Louis Pasteur” de la Facultad de Ciencias Químico-Biológicas de la UAS, con apoyo del fondo institucional PROFAPI-2006 (PI-PROFAPI-06-32).

LITERATURA CITADA

- Almeyda-Artigas, R.J.; Bargues, D.M.; MasComa S. (2000), rDNA sequencing of *Gnathostoma* species (Nematoda) and elucidation of the species causing human Gnathostomiasis in the Americas, *J Parasitol*; 86:537-44.
- Caballero-García M; de L.; Almeyda-Artigas, R.J.; Mosqueda-Cabrera, M.A. y Jimenez Cardoso E. (2005), Gnathostoma binucleatum: excretion-secretion antigen analysis obtained from advanced third-stage larvae in in vitro culture, *Exp Parasitol*; 110(2):140-5.
- Díaz-Camacho, S.; Zazueta, M.; Ponce, E.; Osuna I.; Castro, R.; Flores, A.; Baquera, J.; Willms, K.; Akahane, H.; Ogata, K.; y Nawa Y. (1989), Clinical Manifestations and immunodiagnosis of Gnathostomiasis in Culiacán, Mexico, *Am J Trop Hyg*; 59(6): 908-15.
- Ishiwata, K.; Camacho, S.P.; Ogata, K.; Nakamura-Uchiyama, F.; Hiromatsu, K y Nawa Y. (2003), Evaluation of the antigenic similarities of adult-worm extracts from three *Gnathostoma* species, using sera from Mexican and Japanese patients with *Gnathostoma* infections, *An Trop Med Parasitol*; 97(6):629-37.
- Lamothe A. (1999), La gnathostomiasis, *Rev Mex Pat Clín*; 46(2):86-91.
- Marion M. Bradford (1976), A Rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding, *Analitical Biochemistry*; 72:248-54.
- Martínez-Cruz, J.M.; Bravo-Zamudio, R.; Aranda-Patracá, A; y Martínez-Marañón, R. (1989), La gnathostomiasis en México, *Salud Pub. Méx.* 3:541-49.
- Moore, D.; McCroddan, J.; Dekumyoy, P.; Chiodini, P. (2003), Gnathostomiasis: An emerging imported disease, *Em Infect Dis*; 9(6):647-650.
- Ollague-Loaiza, W. (1985), Gnathostomiasis, VII Monografía del Colegio Iberoamericano de Dermatología, Guayaquil, Ecuador, p 84.
- Pelaez, D.; Perez-Reyes, R. (1970), Gnathostomiasis humana en América, *Rev Lat-Amer. Microbiol.* 12:83-91.
- Suntharasamai, P.; Desakorn, V.; Migasena, S.; Bunnag, D. y Harinasuta, T. (1985), ELISA for Immunodiagnosis of human gnathostomiasis, *Southeast Asian J. Trop. Med. Pub. Health*; 16:274-279.

PATÓGENOS DE ORIGEN BACTERIANO Y VIRAL CAUSANTES DE DIARREA SEVERA EN NIÑOS MENORES DE CINCO AÑOS EN LA CIUDAD DE CULIACÁN, SINALOA

Magdalena de Jesús Uribe-Beltrán^{1*}, Minerva Luque-Gutiérrez¹, Karina Maribel Rodríguez-Almeida¹, Sylvia Paz Díaz-Camacho¹, María del Carmen de la Cruz-Otero¹, Josefina Sicairos Félix¹, Magda Luz Zazueta-Ramos¹, Ana Bertha Irineo-Cabrales², Carlos Alberto Eslava-Campos³, Ignacio Osuna Ramírez¹. ¹Facultad de Ciencias Químico Biológicas. ²Coordinación Universitaria del Hospital Civil, Universidad Autónoma de Sinaloa. ³Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México. *magdauribeb@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La diarrea, signo frecuente en los padecimientos gastrointestinales, continúa siendo un problema de salud pública en el mundo, principalmente en los países donde la pobreza es una constante (OMS, 2006; Chin, 2002; Moore, 2000). En México y particularmente en nuestro estado, las estadísticas de mortalidad han disminuido, pero la morbilidad sigue siendo elevada, principalmente en los menores de cinco años. Estas afecciones se posicionaron en el quinto lugar como causa de muerte infantil y las cifras de morbilidad registraron una tasa de 4,457.27/100,000 habitantes (SSA, 2005). En México se han realizado investigaciones para definir el papel que tienen diferentes microorganismos como agentes causantes de diarrea, encontrándose que los más importantes son: *Escherichia coli* enterotoxigénica y enteropatógena, Rotavirus, *Shigella*, *Salmonella* y *Campylobacter* (Castillo, 2002; Cravioto, 1985; Pérez-Miravete, 1999; Velázquez, 2004). En Sinaloa se carece de información completa acerca de la etiología de este padecimiento, razón por la que, nuestro grupo de trabajo ha iniciado estudios al respecto y actualmente se tiene información parcial. El objetivo del presente trabajo es continuar con esos estudios, para determinar la frecuencia de bacterias entéricas y virus causantes de diarrea en pacientes menores de cinco años que acuden a dos centros hospitalarios de la ciudad de Culiacán, Sinaloa. Asimismo, comparar la frecuencia encontrada con la detectada en un grupo control, a fin de valorar la presencia de los agentes etiológicos en estos grupos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo. Se recolectaron muestras de heces de niños menores de cinco años con diarrea y sin diarrea, que acudieron al Hospital Civil de Culiacán y el Hospital Pediátrico de Sinaloa; asimismo, se les aplicó una encuesta para recabar datos clínicos y epidemiológicos.

Aislamiento e identificación de bacterias entéricas patógenas. Se utilizaron medios de enriquecimiento, diferenciales y selectivos para la aislamiento de las bacterias: *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Campylobacter*, *Yersinia* y *Vibrio*. A las colonias que poseían la morfología sugestiva de las bacterias estudiadas, se les realizaron pruebas bioquímicas y fisiológicas para su identificación y en algunos casos se les practicaron pruebas serológicas y tinción Gram. Las cepas de *E. coli* se conservan para posteriores estudios de virulencia (Isenberg, 2005; Murray, 1995; Mac Faddin, 2000).

Antibiograma. Se determinó el perfil de sensibilidad a antimicrobianos de las cepas patógenas aisladas, por medio de la técnica de difusión en disco (Isenberg, 2005).

Detección de Rotavirus. Se utilizó la técnica de ELISA, empleando equipo comercial, en donde se investigó presencia de antígeno viral en las muestras de materia fecal (Murray, 1995).

Análisis estadístico. Se utilizaron estadísticas de resumen y la prueba Ji-cuadrada (Márquez, 1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron muestras de un total de 100 niños, siendo 50 las recolectadas de niños con diarrea y 50 de niños que no presentaban el padecimiento. El promedio de edad de los pacientes fue de 20 meses y el del grupo sin el padecimiento fue de 30 meses.

El tipo de diarrea que se presentó con mayor frecuencia fue la de tipo acuosa (46%), siguiéndole la acuosa con moco (26%) y la mucoide (22%); lo anterior concuerda con datos generados en otros estudios (Larrosa-Haro, 2002). La sintomatología asociada que más se presentó fue la fiebre (22%), seguida de fiebre con vómito (14%) y de náusea con fiebre y vómito (10%). Se aprecia que existe una correlación de la sintomatología con los gérmenes aislados.

Aislamientos bacterianos. La bacteria que se aisló en la totalidad de las muestras fue *Escherichia coli* (Cuadro 1), lo cual era de esperarse, ya que esta bacteria es un habitante normal del intestino del humano; sin embargo, es posible que algunas de las cepas aisladas de esta especie, pertenezcan a algún grupo diarreogénico, se requiere realizar pruebas especiales para identificar su capacidad patogénica (Nataro, 1999; Qadri, 2005; Rodríguez, 2002). El otro género que se aisló con mayor frecuencia fue *Klebsiella spp*, la cual se ha asociado a cuadros gastrointestinales (De la Parte-Pérez, 2001), sin embargo, no se presentó una diferencia significativa entre el grupo de pacientes y el control. Una enterobacteria que apareció con mayor frecuencia en los niños con diarrea, fue *Citrobacter freundii*, presentándose una diferencia significativa entre los dos grupos

estudiados ($p= 0.002$); a pesar de eso, en tres de los nueve aislamientos, se presentaron asociados a otro patógeno, por lo que no se puede asegurar que haya tenido una asociación con la enfermedad, además, no se hicieron otros estudios para definir su carácter etiológico en los cuadros diarreicos estudiados. La bacteria patógena que fue aislada y que presentó una diferencia significativa ($p=0.0012$) entre los dos grupos estudiados, fue *Shigella flexnerii*, ya que se encontró en seis niños con diarrea (12%) y no estuvo presente en los niños sin el padecimiento (0%). Esta bacteria ha sido citada en otros estudios y se considera que es la especie de este género, que más frecuentemente se aísla en Latinoamérica y específicamente en México (Peirano, 2006; Castillo, 2002). En lo que respecta a la especie de *Shigella sonnei*, coincide con la frecuencia con que se ha aislado en estudios realizados en otras partes del mundo (Peirano, 2006). No se obtuvieron aislamientos de *Salmonella*, lo cual coincide con cifras bajas obtenidas en un estudio exploratorio en nuestro laboratorio. En lo que respecta a los aislamientos negativos de *Vibrio cholerae* y *Vibrio parahaemolyticus*, fueron coincidentes con los datos de la Secretaría de Salud, quien no ha reportado que exista un problema epidemiológico causado por éstos; sin embargo, se consideró necesario incluirlas en este estudio, ya que *V. cholerae* es una amenaza permanente y en el caso de *Vibrio parahaemolyticus*, causó un brote epidémico en la ciudad de Mazatlán, Sinaloa, durante 2005. Tampoco se logró detectar *Campylobacter jejuni*, ni *Yersinia enterocolitica*, no obstante se debe continuar su búsqueda en un mayor número de muestras.

Cuadro 1. Bacterias entéricas aisladas de niños con diarrea (n=50) y sin diarrea (n=50).

Bacteria	Pacientes		Controles		Total	
	No	Frec.	No	Frec.	No	Frec.
<i>Escherichia coli</i>	50	100%	50	100%	100	100%
<i>Enterobacter agglomerans</i>	16	32%	8	16%	24	24%
<i>Klebsiella ozaenae</i>	10	20%	8	16%	18	18%
<i>Klebsiella oxytoca</i>	5	10%	3	6%	8	8%
<i>Serratia liquefaciens</i>	2	4%	1	2%	3	3%

Bacteria	Pacientes		Controles		Total	
	No	Frec.	No	Frec.	No	Frec.
<i>Enterobacter aerogenes</i>	0	0%	2	4%	2	2%
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	3	6%	1	2%	4	4%
<i>Citrobacter amalonaticus</i>	0	0%	2	4%	2	2%
<i>Pseudomona spp</i>	0	0%	1	2%	1	1%
<i>Hafnia Alves</i>	2	4%	0	0%	2	2%
<i>Kluyvera cryocrescens</i>	2	4%	3	6%	5	5%
<i>Citrobacter freundii</i>	9	18%	0	0%	9	9%
<i>Shigella flexneri</i>	6	12%	0	0%	6	6%
<i>Proteus mirabilis</i>	5	10%	0	0%	5	5%
<i>Enterobacter gergoviae</i>	2	4%	0	0%	2	2%
<i>Shigella sonnei</i>	2	4%	0	0%	2	2%

Perfil de sensibilidad a antimicrobianos de cepas patógenas aisladas. Se estudiaron ocho cepas patógenas, seis de *Shigella flexnerii* y dos de *Shigella sonnei*. Llama la atención en los datos presentados en el cuadro 2, que una proporción elevada (87%) de cepas, no fueron sensibles a ampicilina, antimicrobiano ampliamente usado en el sector salud para el manejo

de diarrea. Asimismo, se puede observar que la respuesta a Trimetropín sulfametoxazol es baja y que un 62% de las cepas estudiadas no presenta sensibilidad a este antimicrobiano. En ambos casos se confirma que aquellos antimicrobianos que más se usan, son los primeros en que aparece el fenómeno de resistencia (Walch, 2003).

Cuadro 2. Perfil de sensibilidad a antimicrobianos de 8 cepas de *Shigella spp.* aisladas de niños con diarrea, menores de cinco años.

Antibiótico	Sensible	No sensible	Intermedio	Mod. Sensible
Pefloxacina	4	2	2	
Cefalotina	5	2	1	0
Ampicilina	1	7	0	0
Trimetropin- sulfametoxazol	2	5	1	0
Cefotaxima	5	0	1	2
Gentamicina	5	1	1	1
Nitrofurantoína	4	2	2	0
Ceftriaxona	7	0	0	1
Netilmicina	5	0	3	0
Carbenicilina	4	2	2	0
Cloranfenicol	5	2	1	0
Amikacina	4	2	2	0

Detección de Rotavirus. Los resultados observados en el cuadro 3, respecto de las muestras de heces que mostraron la presencia de antígeno de Rotavirus, fue de 12.5%. Estos datos coinciden con los encontrados en una

primera fase de estudio de niños con diarrea (Meza, 2005), sin embargo, no coinciden con resultados encontrados en otros estudios realizados en nuestro país (Velazquez, 2002).

Cuadro 3. Casos positivos a la prueba de ELISA para Rotavirus en heces de niños con y sin diarrea.

Niños estudiados	Positivos	Negativos	Total
Pacientes	4 (12.5%)	28 (87.5%)	32 (100%)
Controles	0 (0%)	31 (100%)	31 (100%)

En conclusión, se puede afirmar, que la diarrea de tipo infeccioso en los pacientes estudiados, es la más importante y tal vez, esto ocurra en nuestra región. Las bacterias siguen teniendo una gran importancia como causantes de diarrea, y en este estudio se comprobó que ocasionaron el 16% de los casos; es interesante mencionar que en un estudio previo de detección de cepas de *Escherichia coli* enterovirulentas, 25% correspondían a serogrupos relacionados con estas bacterias, se requiere, por lo tanto, definir la capacidad virulenta de las cepas aisladas. Los rotavirus fueron detectados en el 12.5% y se requiere ampliar el número de muestras, cubriendo todas las estaciones del año. Resulta importante mencionar que de manera paralela, se hicieron estudios para búsqueda de parásitos y resultaron positivas a éstos, el 14 % de las muestras. Por los resultados obtenidos en esta investigación, se encontró que en el 42.5 % de las muestras se detectó algún agente infeccioso y seguramente si se amplían los estudios para definir la patogenicidad de otras bacterias entéricas, estas cifras se verían aumentadas. Se debe hacer énfasis también en el incremento de cepas resistentes a los antimicrobianos, lo cual representa un factor importante en la permanencia de la diarrea en los niños de nuestras comunidades.

AGRADECIMIENTOS

La realización de este estudio fue posible, gracias al apoyo financiero recibido del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a los proyectos de Investigación de la Universidad Autónoma de Sinaloa, Convocatoria 2006. También se agradece al doctor Jesús Gámez Valenzuela del Hospital Civil de Culiacán y al doctor Alberto Páez Salazar del Hospital Pediátrico de Sinaloa, por su apoyo en la recolección de muestras.

LITERATURA CITADA

Castillo, V.R. (2002), Las Múltiples facetas de la investigación en salud del IMSS, 133-51.

- Cravioto, A.; Ortega, R.; Rodríguez, P.; Reyes, R.E.; López, D.; Fernández, D. (1985), Estudio longitudinal de colonización intestinal en una cohorte de niños rurales mexicanos, diseño del estudio y hallazgos iniciales durante el periodo neonatal, Bol Med Hosp. Infant Mex, 41: 2289-2293.
- Chin J.; ed. El control de enfermedades transmisibles, 17 edición, OPS, 2001:115-29.
- Eslava, C.; Navarro-García, F.; Czezulín J.R.; Henderson, I.R.; Cravioto, A.; Nataro, J.P. (1998), Pet, an autotransporter enterotoxin from enteroaggregative *Escherichia coli*. Infect. Immun, 66 (7): 3155-3163.
- Isemberg, D.H.; editor (2004), Clinical microbiology procedures handbook. Second edition, Washington, ASM Press.
- Larrosa-Haro, A.; Ruiz-Pérez, M.; Aguilar-Benavides, S. (2002), Utilidad del estudio de las heces para el diagnóstico y manejo de lactantes y preescolares con diarrea aguda, Salud Pública, Méx. 44(4):328-334.
- Mac Faddin, J.F. (1993), Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clínica, México, Editorial Médica Panamericana.
- Márquez, C.M.J. (1990), Probabilidad estadística para ciencias Químico-biológicas, México, Mac Graw Hill.
- Meza, A.D. (2005), Aislamiento y caracterización serológica de cepas de *Escherichia coli* aislada de niños con y sin diarrea en dos hospitales de la ciudad de Culiacán, Sinaloa, Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Moore, S.R.; Lima, A.A.; Schorling, J.B.; Barbosa, M.S.; Soares, A.M.; Guerrant, R.L. (2000), Changes over time in the epidemiology of diarrhea and malnutrition among children in an urban Brazilian shantytown, 1989-1996, Int Infect Dis, 4(4): 179-86.
- Murray, P.R, editor (1995), Manual of Clinical Microbiology, Sixth edition, Washington, American Society for Microbiology Press.
- Nataro, J.P.; Kapor, J.B. (1998), Diarrheagenic *Escherichia coli* Clin, Microbiol Rev, 11(1):142-201.

- Organización Mundial de la Salud (2006), Sistema de Información Estadística. Reporte 2006.
- Organización Mundial de la Salud (2005), Estadísticas. Muertes por causa, edad, sexo y regiones, OMS.
- Peirano, G.; Souza, F.S.; Rodrigues, D.P. (2006), Frequency of serovars and antimicrobial resistance in *Shigella* spp. From Brazil, National Center for Biotechnology Information, 101(3):245-250.
- Qadri, F.; Svennerholm, A.M.; Faruque, A.S.G.; Bradley, Sack (2005), Enterotoxigenic *Escherichia coli* in developing countries: epidemiology, Microbiology, clinical features, treatment, and prevention, Clinical Microbiology Reviews, 18: 465-483.
- Rodríguez, A.G. (2002), Principales características y diagnóstico de los grupos patógenos de *Escherichia coli*, Salud Pública de México, 44: 464-75.
- Rowe, S.U.; Rocourt, J.R.; Shiferaw, B.; Kassenborg, H.D.; Seglar, S.D.; Areus, R. (2004), Breast-feeding decreases the risk of sporadic salmonellosis among infants in food Net Sites, Clin Infect Dis, 38: 262-70.
- Servicios de Salud de Sinaloa (2005), Secretaría de Salud, Sistema Epidemiológico y Estadístico de Defunciones, Principales Causas de Mortalidad General 2002-2003.
- Velazquez, F.R.; García, L.H.; Rodríguez, E.; Cervantes, Y.; Gomez, A.; Melo, M. (2004), y col. Diarrhea morbidity and mortality in Mexican children: impact of rotavirus disease, Pediatr Infect. Dis. J., oct 23 (10 suppl): S149-55
- Walch, C. (2003), Antibiotics: actions, origins and resistance, ASM Press, Washington, D.C. U.S.A. p 6-7.

IV. Humanidades y Ciencias de la Conducta

CÓMO PERCIBEN LOS PROFESORES A ESTUDIANTES QUE CONSUMEN DROGAS, EN LAS ESCUELAS SECUNDARIAS DE LOS MOCHIS

Yolanda Álvarez Tamayo*, Ramona Alicia Félix Navarro y Colaboradora Celia Cortés Gracia. Escuela de Trabajo Social Mochis, Universidad Autónoma de Sinaloa.

*yoolandita@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El consumo de drogas es un problema social y de salud pública muy grave que afecta a la sociedad, principalmente a los jóvenes y niños del estado de Sinaloa y de manera especial a los estudiantes de secundaria, esto es producto de diversos factores que distraen los objetivos fundamentales que debe tener todo ser humano.

La OMS define (cit por Kramer y Camerón, 1975, p. 18) droga o fármaco "...es toda sustancia, que introducida en un organismo vivo, puede modificar una o varias funciones de éste", de esta definición se han derivado otras, donde se precisan un poco más los términos implícitos, por ejemplo: Droga es cualquier sustancias usada por el hombre y que altera las funciones cerebrales, conducta, juicio comportamiento y su percepción, o su estado de ánimo (Funes, 1996: 35-41).

León, German (2005:4) la define como cualquier sustancia que no es necesaria para la conservación de la vida, en condiciones normales y que al introducirse al organismo produce cambios en su funcionamiento, como medicamentos, cafeína, alcohol, cocaína, marihuana, entre otros.

La Comisión Nacional Contra el Abuso de Marihuana y Drogas (citado por Mckinney, *et al.*, 1982: 223), Kena Moreno (2003: 23) en su libro "Drogas, las 100 preguntas más frecuentes", y la OMS (1992, citado por Velasco 2006:17) coinciden en que droga es una sustancia o mezcla de sustancias, distintas a las necesarias para el mantenimiento de la vida, que al introducirse en un organismo vivo, modifica alguna de sus funciones, que puede producir también las alteraciones en: comportamiento, emociones, sensaciones y pensamiento de los usuarios;

esta definición es la que se asume en el presente trabajo.

La gran demanda ha propiciado laboratorios clandestinos donde se elaboran diversas drogas llamadas sintéticas, algunas con gran poder destructivo en el corto plazo como el cristal.

Existe nuevas modalidades de algunas drogas como cocaína negra, inodora y compacta que, sólida, parece que se trata de un plástico, llamado la "coca negra", y que es un alcaloide que sometido a sofisticados procesos químicos es difícil detectar por los perros antidrogas y los rayos X, utilizados en aeropuertos (Salgado, Ricardo, 2005, citado Por *El Debate*, 28 agosto de 2005: 33 A).

En la actualidad, cuando se emplea la palabra droga en algunos países como México, se piensa en sustancias de consumo ilegal como marihuana, cocaína, crack, cristal, entre otras, sin embargo, el tabaco y alcohol (ambos de consumo legal en México) provocan "... que una de cada 9 muertes sea por consecuencia del tabaquismo... y el abuso de alcohol representa el 9% total de las enfermedades, uno de cada cinco ingresos a salas de urgencia en nuestro país se asocia con alcohol. México es uno de los países con mayores tasas de mortalidad por cirrosis hepática; la primera causa de retardo mental, prevenible en México es el Síndrome del Feto Alcohólico; 55% de los varones y 27% de las mujeres iniciaron su consumo antes de los 18 años" (SSA, *et al.*, 2002, citado por León, 2005: 41-49), por lo que el presente estudio se refiere indistintamente a la percepción del consumo de drogas tanto lícitas como ilícitas, en estudiantes de secundaria de Los Mochis, por considerar que ambas tienen gran poder destructivo en diferentes periodos de tiempo.

En estudios realizados de las adicciones en el municipio de Ahome, se detectó que la mayoría de los que se iniciaron en el año 2000 tenían edades de 12 a 18 años y fueron iniciados por familiares o amigos (Álvarez, *et al.*, 2000).

Investigaciones realizadas por estudiantes de trabajo social en el norte de Sinaloa, revelan decremento en la edad de inicio en drogas legales e ilegales: “En el Ejido 20 de Noviembre Viejo, el consumo de drogas se presenta con más frecuencia en personas de 10 a 15 años, consumiéndose principalmente el cristal” (Miranda Rodríguez *et al.*, 2004).

Las investigaciones anteriores coinciden en que el problema mencionado se presenta en niños que deben estar estudiando quinto y sexto año de primaria o secundaria.

Partiendo de un enfoque sociocultural, en el presente trabajo se investigó “cómo perciben los profesores de escuelas secundarias de la ciudad de Los Mochis, a estudiantes que consumen drogas”, los objetivos principales fueron: a) Describir los principales elementos que toman en cuenta maestros y autoridades de las escuelas secundarias de la ciudad de Los Mochis, al percibir el consumo de drogas por los estudiantes, b) Analizar la participación del personal docente y directivo de las escuelas secundarias objeto de investigación, y las acciones que realizan para su prevención.

La investigación se justificó plenamente porque con entrevistas directas en plan piloto realizadas a personal directivo de escuelas secundarias a donde acuden estudiantes que provienen de colonias consideradas de alto riesgo al consumo de drogas (valoradas por Centro de Integración Juvenil _CIJ_, en Los Mochis), se encontró que se ha percibido el consumo de drogas principalmente legales en algunos estudiantes, un reducido número de maestros también manifestó haber detectado lo anterior, asimismo, alumnos expresaron conocer a otros de su misma escuela que han

consumido drogas, incluso se encontraron algunos que aceptaron tener ese problema. Además, estudiantes que realizan prácticas en algunas de estas escuelas detectaron este problema, en alumnos que fueron canalizados al CIJ en Los Mochis, Sinaloa.

Este trabajo se realizó para tener un conocimiento más científico de la magnitud del problema y analizar el tratamiento que se da por las autoridades y docentes de la escuela, asimismo analizar la participación del trabajador social en los programas de prevención al consumo de drogas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en ocho escuelas secundarias de Los Mochis Sinaloa, a donde acuden estudiantes que provienen de colonias de alto riesgo, se realizó de enero a diciembre del 2006. La investigación fue descriptiva, explicativa y activa o dinámica, porque se aplicaron los resultados en la elaboración de recomendaciones a instancias correspondientes para su implementación. Técnicas aplicadas: observación, entrevista directa e indirecta con participación de maestros y alumnos de trabajo social. Sujetos de investigación: alumnos, maestros; e informantes claves como psicólogos, trabajadoras sociales y padres de familia.

Diseño de la muestra de investigación. La población de estudio se determinó a partir de 20 colonias de alto riesgo de atención prioritaria identificadas por el CIJ en la ciudad de Los Mochis, Sinaloa, se identificaron secundarias a donde acuden los estudiantes de estas comunidades, determinando la población de 9,867 alumnos, 420 profesores de las ocho escuelas antes mencionadas. Se investigó una muestra de 1,067 alumnos, determinada con la fórmula para poblaciones grandes en investigaciones sociales (Rojas, 1987:172-176). El número de estudiantes a entrevistados por escuela, se determinó con

muestreo estratificado proporcional (Briones, 1990: 98-99; Rojas, 1987: 167-169; Babbie, 2000: 202).

La investigación se realizó desde una perspectiva sociocultural y con un enfoque mixto. Se utilizaron los métodos: científico, encuesta social y estudio de caso, se analizó y procesó la información en forma estadística, utilizando el paquete SPSS.

Se obtuvieron resultados generales y parciales por escuelas, fueron entregados a: Secretaría de Educación Pública y Cultura, directores de escuelas secundarias, Centros de Integración Juvenil, y Departamento de Seguridad Pública y Tránsito Municipal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De 1,066 encuestas aplicadas a estudiantes de escuelas secundarias de Los Mochis Sinaloa, de enero a junio del 2006, se encontró que:

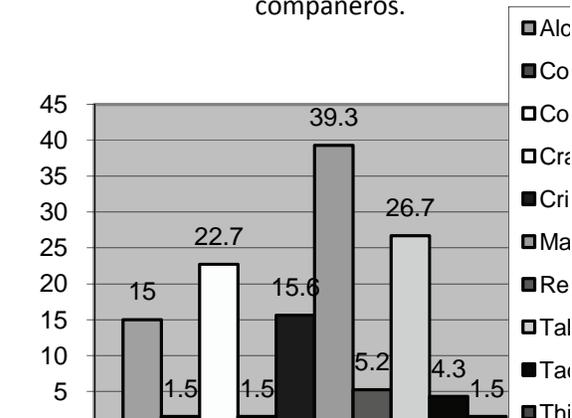
Los alumnos no tienen conocimiento claro de los tipos de drogas, incluyen como drogas legales algunas que son ilegales, por ejemplo: marihuana 12,7%, cocaína 9.8; cristal 7.6; tachas 3.2, Morfina 2.3 y heroína 2%, entre otras.

El 35 % de los alumnos entrevistados tiene familiares que consumen drogas: tíos, otros familiares, papá o mamá, en orden de importancia.

Las drogas ilegales que más conocen los alumnos son: marihuana 80%, cocaína 68, cristal 65.6; heroína 34; Tachas 12.7, resistol 9.8 y 6.4%, crack.

El 30.5% (325) de alumnos conocen a compañeros de su escuela que consumen drogas. Las de mayor consumo son: marihuana 39.3%, tabaco 26.7, cocaína 22.7; cristal 15.6; alcohol 15%, entre otras (Gráfica 1).

Gráfica 1. drogas que más consumen sus compañeros.



Fuente: 1,066 encuestas aplicadas a estudiantes de escuelas secundarias de Los Mochis, Sinaloa, de enero a junio del 2006.

Lo anterior coincide con estudios previos donde se menciona que el consumo de marihuana está desplazando al alcohol.

La mayoría de los alumnos que consumen droga viven con sus padres y, el 10.2% con otros familiares. Una gran mayoría (88%) no cumplen con tareas escolares; sólo 21.2% asisten a clases siempre. El 43% no participan en clase; y 60.3% no trabaja en equipo.

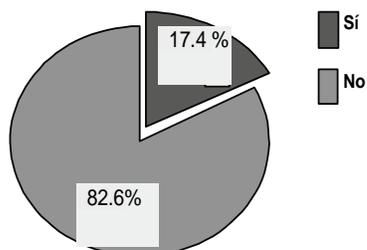
La personalidad del 28.6% es agresiva, el 23.7 son indisciplinados, alegres 16, sociable 12.3, tímidos 8.9, hiperactivos 7.1, del 3.4% no se precisó. Solo el 29.5% de los alumnos tienen relaciones amables o excelente con sus compañeros, y con sus profesores un 22.8%. De lo anterior se infiere la gran importancia de pasar lista por los maestros en cada una de las materias, registro diario de tareas y aplicación del reglamento escolar.

ALUMNOS QUE ACEPTARON HABER CONSUMIDO ALGUN TIPO DE DROGA

Del total de alumnos entrevistados, 17.4% (185) aceptaron haber consumido algún tipo de droga (Gráfica 2), de ellos expresaron haber consumido bebidas alcohólicas 50.8%, cigarros el 25.9, marihuana 10.3; cristal 2.7; cocaína 4.9, y otras no especificadas el 5.4%.

Es probable que estos porcentajes sean mayores porque no todos los consumidores lo aceptan, principalmente en lo que se refiere a las drogas ilegales.

Gráfica 2. Estudiantes que aceptaron haber consumido algún tipo de droga.



Fuente: 1,066 encuestas aplicadas a estudiantes de escuelas secundarias de Los Mochis, Sinaloa, enero a junio del 2006.

El 36.2% las consumió en una fiesta, 17.3 en casa de un amigo, otro 17.3 en su casa, 9.2 en casa de un familiar, la escuela 1.6 y el 18.4% en otro lugar

La consumieron con amigos el 51.4%, padres el 11.9, el 8.6 junto a compañeros de escuela y en la misma proporción con el novio, 7.1 con hermanos; 3.2 con la novia; 5.4 con otras personas y 12.4% no contestó.

Principalmente la consumieron por curiosidad (el 45.9%), porque los amigos las consumen (7.6%), para divertirse (otro 7.6%), por problemas familiares (3.8%), por problemas escolares (3.2%), por presión de los amigos (2.2%), para ser aceptado en el grupo (1.6%), porque se la dan sus amigos (0.5 %); 27.6% no precisó.

Al 37% le dieron la droga sus amigos, 24.6 no precisó quién, aquí cabe la posibilidad de que él la haya comprado, al 17% se la dieron sus familiares, cosa que no debería ser; 14.3 la compró en una tienda, 2 en una fiesta y al 4.1% se la dio “un señor”.

El 23.5% de alumnos entrevistados afirmaron que existe venta de drogas cerca de su escuela, y al interior de ella también venden o regalan.

Un 37.5% de los alumnos entrevistados considera que los profesores de la escuela perciben cuando los alumnos consumen drogas. Con base en lo anterior se concluye que la mayoría de los maestros no perciben cuando los alumnos consumen drogas.

RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS APLICADAS A PROFESORES

La mayoría de los profesores (64.8%) manifestaron que los problemas que se presentan con mayor frecuencia en los alumnos de las escuelas en estudio, son de carácter personal (indisciplina, conducta, vocabulario agresivo, drogadicción, falta de respeto, desorientación y alimentación); un 47% considera que tienen problemas escolares (bajo aprovechamiento escolar 11.2 %, ausentismo en clase 11.2, falta de interés por las clases, incumplimiento de trabajos escolares y deserción escolar); el 16.4% problemas familiares (siendo más frecuentes: falta de práctica de valores, desintegración familiar, problemas económicos y padres separados).

De 125 profesores entrevistados, el 32% han percibido alumnos de su escuela que consumen algún tipo de droga, 22.4 han percibido alumnos con las características antes mencionadas y el 9.6, alumnas, lo que indica un mayor consumo de drogas por alumnos que por las alumnas.

El 47.7% los ha percibido por su comportamiento, 32.5 por su aspecto físico, 15 porque ha visto que traen algún tipo de droga, 10 por información personal del alumno, otro 10 por la revisión de mochilas, 7.5 porque platican con ellos, 5% porque se aíslan, 2.5% por sobredosis (cabe mencionar que algunos profesores mencionaron más de uno de los aspectos anteriores).

Cuando los profesores se dan cuenta que un alumno consume drogas: 37.5% lo canaliza con las autoridades escolares, quienes generalmente los dan de baja, 17.5 explica a los alumnos los efectos del consumo de

drogas, 7.5% informa a los padres de los alumnos, quienes en su mayoría no aceptan el problema de sus hijos, 7.5 orienta a los alumnos para que busquen ayuda profesional, 7.5 les da pláticas de orientación, 2.5 obtiene información de la trayectoria del alumno, 10 no hace nada al respecto y otro 10% no especificó. Lo anterior refleja escasa participación de los profesores, para prevenir el consumo de drogas.

Acciones que realizan las autoridades de la escuela al darse cuenta que un alumno consume droga.

De acuerdo al 20% de los maestros entrevistados, las autoridades de la escuela informan a los padres de lo anterior; 15 dicen que se le da seguimiento al caso, 12.5 mencionan que se expulsa de la escuela al alumno, 7.5 que se le da pláticas de orientación, otro 7.5 dan seguimiento al caso, un 7.5 refiere que no se hace nada, 17.5 no sabe que actividades se realizan y un 12.5% no contestó. Lo anterior indica poca participación de las autoridades para prevenir el consumo de drogas por los alumnos.

El 17.5% de los profesores expresaron que los alumnos al verse descubiertos lo niegan y sólo muy pocas veces aceptan el problema, 12.5% se ponen agresivos, otro 12.5 se ponen nerviosos, 7.5 asumen un actitud de burla y superioridad, 7.5 se ausentan de la escuela por algún tiempo, 7.5 aceptan y apoyan en la solución de su problema, 5 de los alumnos toman sus precauciones (se esconden), 5 se avergüenzan, 10 no sabe y 15% no contestó. Las acciones anteriores indican poca disposición de los alumnos para enfrentar su problema.

Los profesores refieren que las drogas que más consumen los alumnos son:

Bebidas alcohólicas 35%, marihuana 30, cigarros 10, cocaína 7.5, cristal 5, otras 10 y 2.5% no contestó. Consumiéndola principalmente en: la calle, en la escuela con amigos (expresó el 22% de profesores), 7.5 en la casa de un amigo, 5 que en lugares solitarios, 2.5

en los viajes que hacen 2.5 en los parques, y 10% no contestó. La consumieron con: amigos, compañeros, y con otros conocidos.

Principales factores que influyen para que el alumno consuma drogas:

Venta de drogas cerca de la escuela:

El 25% de los profesores expresó que existe venta de drogas cerca de la escuela.

La mayoría de los profesores (52.5%) afirmaron que no todos sus colegas perciben que algún alumno consume drogas, principalmente porque no les interesa y porque los grupos son muy numerosos.

Actividades que se realizan en las escuelas secundarias para la prevención de consumo de drogas.

Una minoría de profesores (28%), manifestó que en la escuela se realizan actividades para prevenir el consumo de drogas, entre las más frecuentes están, en orden de importancia: conferencias, periódico mural, desfile, pláticas, carteles, películas y foros; principalmente son realizados por trabajadores sociales, profesores, psicólogos, personal en proceso de rehabilitación.

CONCLUSIONES

De los alumnos, el 30.5% conoce a compañeros que han consumido alguna droga, el 17.4% de alumnos aceptó haberlas consumido, con mayor frecuencia se han consumido con amigos, padres y compañeros de escuela; principalmente por curiosidad o porque sus amigos la consumen.

Las drogas de mayor consumo por los alumnos son: marihuana, tabaco, cocaína, cristal y alcohol. El 23.9% de alumnos afirmaron que hay venta de drogas cerca de su escuela y un 23.5% que en su escuela venden o regalan droga.

El 32% de los profesores han percibido alumnos que consumen algún tipo de droga, los ha percibido: por su comportamiento (47.7%), por su aspecto físico (32.5%), ha

visto que la llevan (15.4%), la ha detectado con revisión de mochilas (10%), otro (10%) por información de alumnos.

Al darse cuenta que un alumno consume drogas: 37.5% los canaliza con las autoridades escolares, quienes generalmente los dan de baja, 17.5 explica a los alumnos efectos del consumo de drogas, 7.5 informa a los padres de los alumnos, 7.5 orienta a los alumnos a recibir ayuda profesional, 7.5 les da pláticas de orientación, 2.5 obtiene información de la trayectoria del alumno, 10 no hace nada al respecto y otro 10% no especificó. Lo anterior refleja escasa participación de los profesores y autoridades escolares, para prevenir el consumo de drogas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo financiero de la Universidad Autónoma de Sinaloa, a través del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación (convocatoria 2006), mismo que hizo posible la realización del presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Tamayo, Yolanda *et al.*, (2000), Estudio sobre adicciones en personas de 10 a 30 años: caso especial, municipio de Ahome, Consejo Municipal Contra las Adicciones; Ahome Sinaloa.
- Babbie, Earl (2000), Fundamentos de la Investigación Social, Thomson, México, p. 202.
- Briones, Guillermo (1990), Métodos y técnicas de investigación para las C. Sociales, Trillas, México, pp. 51-76.
- Centro de Integración Juvenil (2002), El consumo de drogas en el municipio de Ahome, Análisis de condiciones y líneas de acción en Centros de Integración Juvenil: CIJ, Los Mochis, México.
- CIJ, Los Mochis, (2002), Estudio básico de comunidad: el consumo de drogas en el municipio de Ahome, Análisis de condiciones y líneas de acción, Centro de Integración Juvenil, Los Mochis Sinaloa.
- Fuentes, Jaime (1996), Drogas y adolescentes, Santanilla, Madrid.
- Hernández Sampieri, Roberto. *et al.* (2003), Metodología de la investigación", 2° ed. Mc. Graw Hill, México.
- Kramer, J.F. y D.C. Camerón (1975), Manual sobre la dependencia de las drogas, OMS, Ginebra.
- León Guerrero, Germán (2005), Definiciones y conceptos, Consejo Sinaloense Contra las Adicciones, agosto, México.
- Mckinney, Jhon Paul *et al.*, (1982), Problemas de adaptación. El manual moderno, México.
- Moreno, Kena (2003), Drogas: las 100 preguntas más frecuentes, Centros de Integración Juvenil, México.
- Miranda Rodríguez, Gabriela *et al.*, (2004), tesis "La drogadicción en el Ejido 20 de Noviembre Viejo, del municipio de Ahome y la intervención del trabajador social, UAS, México.
- Pierre, Amos (2004), Prevalencia del consumo de drogas en estudiantes de secundaria del municipio de Trujillo, Colon, 2002-2003, Honduras.
- Rojas Soriano, Raúl (1987), Guía para realizar investigaciones sociales, Plaza y Valdez, México, pp. 39-115
- Velasco Fernández, Rafael (2006), Las adicciones, manual para maestros y padres, Trillas, México.
- Salgado, Ricardo (2005), (Comandante de la Policía Judicial en el Dpto. de Antioquia en Bogotá). "La droga es imperceptible para perros y rayos X, *El Debate*, Los Mochis, Sin.

LA OPERACIÓN “CÓNDOR” EN LA MEMORIA COLECTIVA DE LOS SINALOENSES

Responsable: Isaac Tomás Guevara Martínez, Colaboradores: Benito Ramírez Meza, Laura Verdugo, Auxiliares: María del Socorro Astorga Andrade, Diana Margarita Bastidas López, Marcela Camacho Salazar, Zulema Guadalupe Landeros Núñez, Juan Carlos López López
E-mail: itgm51@hotmail.com

PRESENTACIÓN

El testimonio de un grupo sobre su pasado se ha previsto a partir de rastros o de remanencias de éste en el presente: la manera en la cual el pensamiento se constituye a partir del ya existente, lo que Moscovici (1976) asume como *anclaje*, al referirse a la dinámica de las representaciones sociales, y que Bartlett (1932) evoca a propósito de la *convencionalización*.

Pretendimos aislar aquellas dimensiones que no parezcan pertinentes para el análisis de la memoria colectiva en Psicología Social, tomando en consideración los testimonios que los grupos sociales mantienen con una parte del tiempo a la doble significación que tiene la memoria pues las formas que la envuelven son variadas; un hecho del pasado puede emerger de la historia, del relato, de las costumbres, de los archivos, de trazos materiales, de la conmemoración, incluso del propio lenguaje. Igualmente, las diferentes denominaciones dadas al sustantivo memoria lo hacen difuso e inestable; puede ser colectiva, social, histórica, partidaria, simbólica, literal, ejemplar, de las masas, individual en su oposición colectiva.

En esta diversidad, intentamos incursionar en dos de sus formas dominantes: la primera está ligada a los distintos intentos de los grupos para dar un fundamento; el pasado es una condición de su existencia, una visión del pasado cuyo alejamiento del presente es variable pero insta una continuidad de existencia en tanto que el presente no es comprensible más que a la luz del pasado; es llamada memoria de origen.

La segunda forma se articula en torno al imperativo moral que hace del recuerdo una necesidad; se arraiga en un evento

traumatizante en la existencia del grupo, el pasado requiere un tratamiento para ser asimilado por el grupo; la memoria es ejemplar pues se funda sobre el ejemplo que le procura inicialmente su objeto, para existir más tarde como dispositivo de valores articulados a los valores compartidos por otros grupos.

Esta tentativa de caracterización permite guiar el análisis teórico proporcionando los casos diferenciales de memoria donde el juego de las dimensiones distintivas se puede desplegar. Nuestra investigación tuvo como objetivo principal estudiar el lugar que la llamada Operación *Cóndor* (puesta en marcha en Sinaloa durante 1977) ocupa en la memoria colectiva como las representaciones sociales que los sinaloenses se hacen de ella treinta años después, ya que, como lo han remarcado los historiadores, las sociedades modulan su informe del pasado en función de la concepción que ellas tienen del tiempo. El tiempo es investido de manera diferencial según las sociedades, las épocas y las representaciones prevalecientes que contiene la huella del pasado.

MÉTODO

Muestra: estuvo conformada por 155 sinaloenses de la tercera edad (60 años o más) con residencia en la ciudad de Culiacán, de los cuales 50% fueron mujeres y 50% hombres; los participantes fueron seleccionados por muestreo intencional de acuerdo a las características que el estudio requería.

Instrumento: se aplicó un *cuestionario de libre asociación* que permitió enlistar las asociaciones de palabras, se consideraron tres palabras o frases asociadas con la idea

inductora (Operación Cóndor) y se pidió ordenarlas a partir de la importancia asignada y explicar las razones de sus respuestas.

Análisis: a partir de las palabras producidas se construyó un diccionario basado en la idea inductora. La asociación se analizó a través de la técnica de la *evocación jerarquizada* (Abric, 2001). Los ítems se toman en cuenta bajo dos indicadores cuantitativos: frecuencia de aparición y rango de importancia. La frecuencia de aparición es un indicador de centralidad a condición de completarla por una información más cualitativa, esto es, la importancia dada por los sujetos. El cruce de estas informaciones permite una primera constatación del estatuto de los elementos de la representación.

RESULTADOS

A partir de la asociación de palabras producidas se hizo una agrupación de

respuestas construyéndose una lista sobre la base de sinónimos, categorización de frases, palabras en plural o singular, entre otras; por ejemplo *matanza, asesinatos, asesino*. Esto da dos panoramas sobre amplitud y límite de organización, lo que muestra una estructura más específica de la representación. Las 465 respuestas (284 diferentes), pudieron agruparse en 22 categorías. El cuadro 1 muestra algunos ejemplos.

Para complementar las respuestas, se categorizaron éstas, tanto palabras como frases e ideas emitidas. A partir de la técnica del rango medio (Abric, 2001), basada en el Análisis de Evocación Jerarquizada, que concentra los cognemas o significación que probablemente forman el núcleo central y, por tanto, la parte más importante de la representación social pues contienen frecuencia alta y rango de importancia alto.

Cuadro 1. Categorización de las respuestas asociadas a la Operación Cóndor.

DICCIONARIO	EJEMPLOS DE PALABRAS, FRASES O IDEAS
La buena intención del operativo	* Fue un buen operativo que combatió, la inseguridad, el narcotráfico y ayudó al beneficio de la región; * Fue un operativo que tuvo un buen efecto en su momento. Ojalá en estos tiempos este tipo de medidas se repitieran; *Fue un operativo bueno pero que no fue suficiente para combatir al narcotráfico;
Combate al narcotráfico	* La operación se basaba en el combate, la erradicación y destrucción del narcotráfico;
El operativo implementado	* La organización e implementación del operativo; * Lugares donde se implementó el operativo
El abuso de la fuerza	* Violación a los derechos humanos; * Abuso del poder * Agresiones, golpes a los narcos, y a personas del lugar por parte de ejército;
Temor y el miedo	* Un ambiente de terror miedo mucha angustia; * Había mucho temor en la sociedad
Intervención del gobierno	* Intervención del gobierno para controlar la violencia y el narcotráfico. * Gobierno; * El gobierno quiso enfrentar el problema pero no resultó
Narcotráfico	* Narcotráfico en el Estado; * Narcotráfico
Sembradíos en la sierra	* Erradicar los sembradíos de marihuana en la sierra * Reducción de cultivos de marihuana y amapola y además de la aplicación de la ley federal; * Quema de plantíos de marihuana
Injusticia contra inocentes	* Muertos inocentes, personas que no tenían nada que ver con el narcotráfico * Arbitrariedades que cometió el ejército contra la gente de la sierra que era Inocente; * Daños a gente inocente
Represión	* Represión; * Gobierno represivo
Asesinatos y desaparecidos	* Se dieron muchos desaparecidos * Asesinatos
Delincuencia	* Delitos de los narcotraficantes; * Asaltos; * Impunidad y corrupción;
Violencia	* Violencia;
Muertes	* Muertos;
Violaciones	* Violaciones que cometió el ejército y los narcos;
Detenciones	* Detención de delincuentes y Narcotraficantes; * Detenciones de servidores públicos;
Medios de comunicación	* Fue un operativo muy nombrado en los periódicos y en las noticias;

DICCIONARIO	EJEMPLOS DE PALABRAS, FRASES O IDEAS
	<ul style="list-style-type: none"> * No recuerdo mucho, nomás lo que leía en el periódico; * Nos enteramos por las noticias en el radio;
Drogas	<ul style="list-style-type: none"> * Circulación de drogas; * Acabar con las drogas; * Proteger a los estudiantes y adolescentes que son los más afectados por los narcóticos o drogas.

Lo más significativo atribuido a la Operación Cóndor fue: buena intención del operativo, combate al narcotráfico y operativo implementado; en la primera periferia (frecuencia alta y rango de importancia bajo) están: abuso de la fuerza y temor y miedo, mientras que entre los elementos contrastantes se encontró: intervención del gobierno, narcotráfico, sembradíos en la sierra, injusticias contra inocentes y represión, que tienen frecuencia alta y rango de importancia baja, mientras que

en su segunda periferia se encuentran las respuestas que tienen frecuencia baja y rango de importancia baja, como: asesinatos y desaparecidos, delincuencia, violencia, muerte, violaciones, detenciones, medios de comunicación, drogadicción y drogas. Los elementos que se encuentran en el núcleo central (21% del total de evocaciones) son: buena intención del operativo y combate al narcotráfico, tal como se puede observar en la tabla 1.

Tabla 1. Análisis de evocación jerarquizada respecto a la Operación Cóndor.

<i>Frecuencia >= 25 / Rango Medio = < 2</i> (Núcleo Central)		<i>Frecuencia >= 25 / Rango Medio = > 2</i> (Primera Periferia)	
Buena Intervención	51	Militares	45
Combate al Narcotráfico	42	Temor y miedo	40
Operativo implementado	32	Abuso de fuerza	35
<i>Frecuencia <= 25 / Rango Medio = < 2</i> (Los elementos contrastantes)		<i>Frecuencia <= 25 / Rango Medio = > 2</i> (Segunda Periferia)	
Intervención del gobierno	24	Asesinatos y desaparecidos	23
Narcotráfico	24	Delincuencia	21
Sembradíos en la sierra	23	Violencia	18
Injusticia contra inocentes	18	Muertes	12
Represión	4	Violaciones	11
		Detenciones	9
		Medios de comunicación	7
		Drogas	7

Tabla 2. Análisis de evocación jerarquizada respecto a la Operación Cóndor en Mujeres.

<i>Frecuencia >= 15 / Rango Medio = < 2</i> (Núcleo Central)		<i>Frecuencia >= 15 / Rango Medio = > 2</i> (Primera Periferia)	
Buena Intervención	24	Abuso de fuerza	20
Temor y miedo	20	Asesinatos y desaparecidos	16
Combate al narcotráfico	19	Militares	22
Operativo implementado	18		
<i>Frecuencia <= 15 / Rango Medio = < 2</i> (Los elementos contrastantes)		<i>Frecuencia <= 15 / Rango Medio = > 2</i> (Segunda Periferia)	
Narcotráfico	11	Delincuencia	11
Injusticia contra inocentes	10	Sembradíos en la sierra	11
Intervención del gobierno	9	Violencia	9
Violaciones	6	Muertes	5
Detenciones	5		

En una segunda parte del análisis se compararon las respuestas dados por sexo, con el objeto de contrastar la estructura de la representación entre ambos grupos, así como de las palabras que componen el núcleo

central. En las tablas 2 y 3 vemos las diferencias estructurales: en el núcleo central, las mujeres mantienen 2 palabras (37.5 % de sus evocaciones); en cambio, los hombres sólo 2 (16% de sus evocaciones).

Tabla 3. Análisis de evocación jerarquizada respecto a la Operación Cóndor en Hombres.

<i>Frecuencia >= 15 / Rango Medio = < 2</i> (Núcleo Central)		<i>Frecuencia >= 15 / Rango Medio = > 2</i> (Primera Periferia)	
Combate al Narcotráfico	23	Buena Intervención	27
Abuso de fuerza	15	Militares	23
		Temor y miedo	20
		Intervención del gobierno	15
<i>Frecuencia <= 15 / Rango Medio = < 2</i> (Los elementos contrastantes)		<i>Frecuencia <= 15 / Rango Medio = > 2</i> (Segunda Periferia)	
Operativo implementado	14	Narcotráfico	13
Sembradíos en la sierra	13	Delincuencia	10
Violencia	9	Asesinatos y desaparecidos	7
Muertes	7	Injusticia contra inocentes	8
		Violaciones	5
		Detenciones	4
		Drogas	5

A DISCUSIÓN

La población sinaloense de la tercera edad, que hace treinta años fue testigo y/o protagonista de la Operación *Cóndor*, mantiene recuerdos de esos acontecimientos que son activados y asociados a sucesos del presente (p.e. Operación "triángulo dorado") y por aspectos ligados a la historia de su grupo de pertenencia.

Los temas abordados a través de las respuestas muestran una relación de cercanía entre los sujetos de la muestra con quienes fueron víctimas de los operativos, o bien, las secuelas de una impresionante experiencia de victimización. Lo anterior muestra también la presencia importante en Culiacán de grupos desplazados de la zona de los Altos; situación que parece haber contribuido a la modificación significativa en la fisonomía poblacional de la entidad, pero sobre todo, en la activación de procesos psicosociales ligados al desarraigo: desaliento, desilusión, frustración e impotencia.

Las comparaciones entre sexos muestran disímiles formas de relación con los hechos, y

por tanto, en los contenidos de lo que se recuerda: los hombres parecen mantener una relación más operativa con los hechos, en cambio, las mujeres mantienen una relación más normativa. Por ello, los hombres refieren más a las características de los hechos y a su contexto social, mientras que las mujeres refieren más los efectos negativos en el campo socioafectivo y de las emociones.

LITERATURA CITADA

- ABRIC, J.C. (2003), *Prácticas sociales y representaciones* Ed. Coyoacán, México.
- BARTLETT, F.C. (1932), *Remembering: a study in experimental and social psychology*, Cambridge, Cambridge University Press.
- HALBWACHS, M. (1950), *La Mémoire collective*, Paris, Presses Universitaires de France.
- MOSCOVICI, S. (1976), *El psicoanálisis, su imagen y su público*, Ed. Huemul, Buenos Aires, Argentina.

ASOCIACIÓN DE FALSAS MEMORIAS AL EFECTO DE GENERACIÓN EN NIÑOS Y ADULTOS

Ambrocio Mojardín Heráldez, Marisol Martínez Miramontes, María G. Lopez Barraza,
Cristina E. Izabal Wong, Lucía G. Quintero Delgado

Laboratorio de Investigación en Memoria y Aprendizaje, Facultad de Psicología, Universidad Autónoma de Sinaloa, Ciudad Universitaria Culiacán, Tel. 667 713 3485, correo electrónico ambrocio@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

Más de dos décadas de intensa investigación sobre el Efecto de Generación (EG: la superioridad memorística del material que se aprende de manera activa sobre el que se aprende de manera pasiva) han permitido reconocer que los beneficios de éste al aprendizaje activo vienen acompañados de Falsas Memorias (FM: reportes memorísticos que difieren en parte o en su totalidad de lo aprendido). Es decir, la ventaja de aprendizaje que supone el hecho de que el aprendiz forme parte activa en la producción de la información que va a aprender, puede no ser tan pura.

Estudios recientes (Mojardín, Cajiga y Alvarado, 2003; Mojardín, 2004; Mojardín, Velásquez & Mojardín, 2005; Mojardín, 2007a; Mulligan, 2004) indican que las FM y el EG tienen niveles importantes de asociación. En la medida en que las personas se benefician de participar en la elaboración del material que aprenden, en esa medida incrementan las FM sobre éste.

Teóricamente, la asociación entre estos dos fenómenos tiene su base en la riqueza de significados promovidos por la tarea de generar. De acuerdo con Soraci *et al.*, (1994), al momento en que las personas se ven obligadas a hacer uso de su repertorio de conocimiento, para producir el material de aprendizaje, multiplican las redes semánticas sobre éste. Si el material promueve redes congruentes de significado, éstas se convierten en el primer recurso disponible a la hora de responder a pruebas de memoria.

Recientemente, Mojardín (2007b) reportó tres experimentos que evidencian la asociación del EG y FM y analizó las consecuencias

de ello. En el primer experimento, los participantes aprendieron listas de palabras asociadas a una categoría (e.g. frutas). En el segundo tuvieron oraciones sueltas que describían situaciones muy familiares de la vida cotidiana de manera breve (e.g. La lavadora está descompuesta). En el tercero se utilizaron imágenes de objetos cotidianos (e.g. reloj, flor, montaña). Como es propio para los estudios de EG, en cada experimento hubo un grupo que recibió el material intacto (e.g. las palabras completas sólo para leer una a una) y otro que tuvo que actuar sobre el material para aprenderlo (e.g. las palabras incompletas tenían que ser completadas).

De acuerdo con los resultados de los tres experimentos, las personas tienden a incrementar el índice de FM en la medida en que el material ofrece significados más ricos. Los índices de FM asociadas al EG fueron significativos en todos los casos. Sin embargo, la tendencia creció de palabras a oraciones y de éstas a imágenes. No resulta muy difícil aceptar tales resultados ya que las palabras, aun asociadas como las de tipo DRM (asociadas a una categoría), promueven menos conexiones semánticas que las oraciones y, estas últimas menos que las imágenes.

Un aspecto que hay que destacar de estos experimentos es que todos han sido realizados con adultos. Desde la psicología evolutiva es bien conocido que con la edad las personas aumentan su repertorio de conocimiento y afinan sus estrategias cognoscitivas. La literatura reporta un sinnúmero de investigaciones que documentan la diferencia que hay entre adultos y niños a la hora de procesar una información (e.g. Bjorklund, 1999).

Los estudios de memoria indican que con la edad las personas se benefician de la experiencia, el conocimiento base y las estrategias mnemónicas para obtener mejores resultados. Los adultos aprenden más, en parte por que la información que reciben les es más familiar y sobre ella pueden hacer más conexiones de significado. Pero también aprenden más por que la experiencia de manejo de información nueva les lleva a aplicar estrategias diferenciadas, que los niños aún no desarrollan.

En ese contexto, el presente experimento buscó identificar los efectos diferenciados que podían tener la asociación de las FM y el EG en la memoria de los niños y de los adultos, teniendo como material listas de palabras asociadas. Si la explicación teórica a los resultados citados arriba es correcta, es de esperarse que los niños se beneficien del EG, pero al mismo tiempo que reporten FM. No obstante, los resultados en ambos casos no podrán ser comparables a los de los adultos. Es de esperarse que los adultos se beneficien más del EG y al mismo tiempo presenten mayores índices de FM asociadas a éste.

METODOLOGÍA

Diseño

Se aplicó un diseño factorial ANOVA de 2 x 2 x 3, donde los primeros dos factores fueron intersujetos a) Edad (niños vs. adultos) y b) Tipo de Aprendizaje (generar vs. leer). El tercer factor fue intrasujetos: tipo de memoria (verdadera vs. falsa consistente y falsa no-consistente).

Participantes

Con el propósito de obtener datos para la comparación, el presente experimento se corrió con dos grupos de sujetos. El primero fue compuesto por treinta niños y niñas que cursaban el sexto grado de primaria en una escuela pública del municipio de Culiacán, Sinaloa. El segundo fue compuesto por 33 estudiantes universitarios que cursaban el

cuarto grado de la carrera de psicología. En atención a la normatividad federal de investigación con sujetos humanos, todos firmaron carta de consentimiento de participación libre y voluntaria. Para la participación de los niños fue necesario contar además, con el consentimiento de los padres y los profesores, toda vez que los trabajos se hicieron en horario de clase.

Materiales

El material de aprendizaje fue compuesto por seis listas de palabras asociadas a una categoría, tomadas de las listas propuestas por Roediger y McDermott (1995). Esas listas ya habían sido utilizadas previamente en español. Para ello, fueron traducidas del inglés y piloteadas con sujetos de las edades de los participantes, para asegurar que no produjeran diferencias ocasionadas por efectos culturales.

Procedimiento

El experimento comprendió una sesión de aprendizaje y otra de prueba. En la sesión de aprendizaje, los participantes tuvieron como tarea memorizar el material bajo procedimientos diferenciados. La mitad de cada grupo de edad siguió instrucciones de aprendizaje “generar”. Su tarea fue recibir las listas de palabras incompletas (e.g. Pal_ma) con instrucciones precisas de cómo completarlas una a una (e.g. Pal_oma). Dado que se iba a comparar adultos y niños, se decidió simplificar la tarea de generación (sólo encontrar la letra faltante y escribirla en el espacio vacío) que se había seguido en estudios previos, para que por sí misma ésta no provocara la diferencia. La otra mitad siguió instrucciones de aprendizaje “leer”. Su tarea sólo consistió en leer una a una las palabras de las listas en un ritmo aproximado de tres segundos entre cada palabra.

Durante la sesión de prueba los participantes recibieron una lista de palabras que contenía tres tipos de reactivos: palabras

objetivo (originalmente aprendidas) y palabras nuevas: a) relacionadas (palabras cuyo significado es el mismo de las originales), b) palabras no-relacionadas (palabras con significado completamente distinto a los de las palabras originales). Su tarea fue discriminar si las palabras que se les presentaba habían formado parte de las listas que habían aprendido. Las respuestas fueron registradas en hojas de respuesta preparadas para el caso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para efectos de interpretación es necesario precisar que el EG se representa en mayores índices de memoria para las palabras objetivo en los participantes de la condición Generar, que para los participantes de la condición Leer. Las FM se representan en los índices de respuesta para las palabras relacionadas y no relacionadas. Las últimas no tienen mayor significado, toda vez que juegan el rol de control y no se fundamentan en contenidos de memoria.

Respecto del EG, como se puede apreciar en la tabla 1, tanto en los niños como en los adultos se produjo el EG. Las medias de respuestas correctas a las palabras objetivo fueron mayores bajo la condición de aprendizaje Generar que bajo la condición Leer.

Tabla 1. Índices del Efecto de Generación por edad.

Edad/Aprendizaje	Generar	Leer
Niños	25.4 (2.3)	20.4 (2.1)
Adultos	24.7 (2.8)	22.0 (4.4)

Así lo confirma el resultado del ANOVA realizado a los efectos de la variable Tipo de Aprendizaje, $F(1, 62) = 19.82$, $p < .001$. La interacción Tipo de Aprendizaje con Edad, $F(1, 59) = 4.65$, $p < .05$, indica que bajo condiciones de Generar no hay diferencia de memoria entre niños y adultos, pero sí bajo la condición de Leer. Esto merece una opinión aparte. Es interesante encontrar que, a pesar de que es de esperarse que los adultos se beneficien más del EG por su experiencia y conocimiento base, los niños hayan sido igualmente

beneficiados. Si esto es así, las implicaciones para las tareas educativas parecen muy positivas. La incorporación activa de los niños a la tarea de aprender potencia mucho su condición, al nivel que potencia la de los adultos.

Otro aspecto de interés fue ver si el EG se asociaba a la presencia de FM. Como lo indica la tabla 2, tanto en niños como en adultos, la ventaja de memoria provocada por la tarea Generar fue acompañada por grandes índices de FM. En niños, las FM representaron alrededor del 50% de las memorias verdaderas, mientras que en adultos representaron alrededor del 40%.

Tabla 2. Índices de FM por Edad y Tipo de Aprendizaje para palabras Relacionadas.

Edad/Aprendizaje	Generar	Leer
Niños	12.1 (4.1)	15.6 (3.1)
Adultos	9.7 (3.7)	11.9 (1.7)

No obstante, los índices de FM no fueron mayores para los participantes de la condición Generar que para los de la condición Leer. El efecto de la variable Tipo de Aprendizaje fue significativo, $F(1, 59) = 11.78$, $p < .001$, pero la dirección fue contraria a la esperada. Los índices de FM fueron mayores bajo la condición Leer para ambos grupos.

Los efectos de la variable Edad indican que los niños reportaron más FM que los adultos en ambas condiciones, $F(1, 59) = 12.93$, $p < .001$.

Estos últimos resultados son de mucho interés. Hasta ahora, los estudios previos habían reportado que las personas que generaban información reportaban mayores índices de FM. La explicación ha estado guiada por la idea de que la tarea de generar abre las conexiones semánticas de la información generada y eso facilita que al momento de recordar se presenten las FM.

Dado que las evidencias en esa dirección son múltiples, se hace necesario ofrecer una explicación del por qué de los resultados presentes. Una opción explicativa es reconsiderando la forma en que los participantes

generaron la información. Puede ser que el hecho de sólo completar las palabras con escribir la letra faltante (e.g. Pal_ma) no cause el efecto deseado y por el contrario produzca algún tipo de interferencia. Ya Soraci y sus colegas (1994) discutieron cómo cuando el material no es suficientemente atractivo para ser generado, los resultados pueden ser opuestos.

Se hace necesario replicar este experimento con manipulaciones del material más demandantes para los participantes en la condición de Generar (e.g. McElroy & Slamecka, 1982). Hay que asegurar que el esfuerzo de generar la información les provoque la creación de mayores redes semánticas que se presume son razón del EG y se exprese en mayores índices de FM.

AGRADECIMIENTO

La investigación que respalda este trabajo fue financiada con fondos del PROFAPI-UAS/2006 asignados al primer autor.

Formato para el evento: presentación oral

Brainerd, C. J.; y Mojardin, H. A. (1998), Children's and adults' spontaneous False Memories for sentences: Long-Term persistence and Mere-Testing Effects artículo aprobado para su publicación, *Journal of Experimental Child Psychology*.

Burns, J. Daniel (1992), The consequences of generation, *Journal of Memory and Language*, 31, 615-633.

Graf, P. (1980), Two consequences of generating; increased inter and intraword organization of sentences, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 316-327.

Hirshman, E. & Bjork, R.A. (1988), The generation effect; Support for a two-factor theory, *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and cognition*, 14, 484-494.

Chechile, R.A.; & Soraci, S.A. Jr. (1999), Evidence for multiple-process account of

the generation effect, *Memory*, 7 (4), 483-508.

McElroy, L.A. & Slamecka, N.J. (1982), Memorial consequences of generating nonwords: implications for semantic-memory interpretations of the generation effect, *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 21, 249-259.

Mojardín, H. A. (1995), The generation effect in children's memory for abstract and concrete words, Unpublished research report, The University of Arizona, Tucson, AZ.

Mojardín, H.A. (2007a), Aprendizaje activo; la asociación del efecto de generación con las falsas memorias, ponencia presentada en el Primer Congreso Nacional de Aprendizaje en Lectura y Matemáticas, Zacatecas, Zac.

Mojardín, H.A. (2007b), False Memories as a disadvantage of the generation effect, ponencia presentada en el International Meeting of Research on Working Memory, Sao Paulo, Brasil.

Mojardín, H.A.; Cajiga G.S.; Alvarado, F.E (2003), Aprendizaje activo y memoria, Tercer Encuentro de Investigación en Ciencias Sociales, UAS.

Mojardín, H.A.; Velásquez, C.J.H.; Mojardín, C.L. (2005), The underlying memory mechanisms of the generation effect, Annual meeting of the Society for Judgment and Decision Making, Toronto On., Ca.

Mulligan, N. (2001), Generation and hypermnesia, *Journal of Experimental Psychology: Learning, memory, and cognition*, 27, 2, 436-450.

Mulligan, N. (2004), Generation and memory for contextual details, *Journal of Experimental Psychology: Learning, memory and cognition*, 30, 838-855.

Peynircioglu, Z. F., & Mungan, E. (1993), Familiarity, relative distinctiveness, and the generation effect, *memory and cognition*, 21 (3), 367-374.

Reyna, V. F., & Kiernan, B. (1994), The development of gist versus verbatim memory in sentence recognition: effects of

lexical familiarity, semantic content, encoding instructions, and retention interval, *Developmental Psychology*, 30, 178-191.

Slamecka, N.J. & Graf, P. (1978), The generation effect: delineation of a phenomenon, *Journal of Experimental Psychology: Human learning and memory*, 4, 592-604.

Slamecka, N.J. & Kaitisaiti, J. (1987), The generation effect as an artifact of selective displaced rehearsal, *Journal of memory and language*, 26, 589-607.

Soraci, A.S.; Jr. Franks, J.; Bransford, J. D.; Chechile, R. A.; Bell, R. F.; Carr, M. & Carlin, M. (1994), Incongruous item generation effect; A multiplecue perspective, *Journal of Experimental Psychology; Learning, Memory, and cognition*, 20, 1, 67-78.

V. Ciencias Sociales

EMPRESARIOS Y EMPRESAS AGRÍCOLAS EN EL VALLE DE CULIACÁN: 1940-1970

Dr. Gustavo Aguilar Aguilar, PITC TIT. C, de la Facultad de Historia de la Universidad Autónoma de Sinaloa,
e-mail: gusag@uas.uasnet.mx

PRESENTACIÓN

El objetivo general consistió en analizar y explicar las principales características que distinguen a los empresarios y empresas agrícolas que surgieron y se desarrollaron en el valle de Culiacán durante el periodo de 1940-1970, explicando los factores económicos, políticos y sociales que influyeron en su desarrollo, así como los principales obstáculos a que se enfrentaron y el marco institucional en que se desarrollaron. Asimismo, se busca identificar las principales variables o factores que influyeron en el proceso de desarrollo económico que se generó en dicha región para ver en qué medida están presentes los elementos que distinguen a los Sistemas Productivos Locales, de acuerdo con los planteamientos de la teoría del desarrollo endógeno.

La hipótesis general que guió la investigación fue la siguiente: el Sistema Productivo Local que se desarrolló en el valle de Culiacán a partir de 1940 con la creación de las grandes obras de irrigación, cumple con varias de las características que se han señalado para los procesos de desarrollo regional registrados en los países del sur de Europa: está basado en la aglomeración de pequeñas y medianas empresas especializadas en una determinada actividad económica (en este caso sería la agricultura comercial y no la industria), existen lazos de cooperación entre las empresas y los empresarios, son competitivos en el mercado internacional y nacional, genera efectos multiplicadores sobre el resto de la economía y existe un ambiente institucional favorable al desarrollo económico.

La investigación se llevó a cabo bajo el enfoque general de la historia económica, utilizando un marco teórico ecléctico que retoma conceptos y categorías de la teoría del

desarrollo endógeno (Sistema Productivo Local), historia empresarial (desempeño de los empresarios y empresas) y del neo-institucionalismo (ambiente institucional, marco institucional, instituciones y desarrollo económico).

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

La revisión bibliográfica realizada acerca de los antecedentes académicos de la temática propuesta, nos muestra que el interés por el análisis del campo mexicano en general y del noroeste en particular, no es tan reciente. No obstante, la mayor parte de estos trabajos se centran en el análisis de las políticas agrícolas y sus impactos en la economía, así como en los estudios de los movimientos campesinos, la conformación de ejidos y el problema de la tenencia de la tierra.

En lo que respecta al estudio de los empresarios y las empresas en la actividad agrícola en Sinaloa, se debe destacar como antecedente importante los trabajos de Hubert Carton de Grammont. Sobre el caso específico de la agricultura en Sinaloa existen diversos trabajos realizados por investigadores de la Universidad Autónoma de Sinaloa, que enfatizan en temas de carácter económico, innovación tecnológica, el uso del agua en las explotaciones agrícolas, y en problemas del crecimiento y el desarrollo económico.

Sinaloa es una entidad que durante gran parte del siglo XX y hasta la actualidad, ha destacado en el ámbito nacional, al ser un importante productor agropecuario, teniendo como el sector más dinámico a la agricultura de exportación,¹ misma que a través del siglo XX, mostró una alta capacidad para generar

¹ Entre los principales productos agrícolas de exportación sinaloenses se encontraban las hortalizas (tomate, pepino, chile, berenjena, calabaza), el algodón y el garbanzo.

divisas y competir con gran éxito en los mercados internacionales. Las condiciones de competitividad que lograron los empresarios agrícolas exportadores de la entidad, son resultado de un largo proceso histórico, que combinó factores institucionales y tecnológicos, así como el beneficio de las políticas públicas favorables al desarrollo de la agricultura empresarial, sobre todo a partir de la década de 1940.

A partir de esa fecha, el valle de Culiacán se convirtió en la primera zona agrícola de la entidad y en el principal centro de producción de hortalizas, siendo los medianos y pequeños empresarios agrícolas los principales impulsores de ese proceso. No obstante, a pesar de su gran importancia, se han realizado escasos trabajos que expliquen desde el punto de vista histórico, la conformación de esos grupos de empresarios, las características de sus empresas, sus formas de financiamiento, sus formas de acceder al mercado, sus relaciones de colaboración y cooperación entre ellos, etcétera; lo cual resulta fundamental para explicar y comprender la situación actual de tan importante sector económico en Sinaloa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de la temática en primer término consulté la bibliografía pertinente integrada por libros, revistas, tesis, informes y folletos, que localicé en las distintas bibliotecas de Culiacán y en la capital del país (Banco de México, Colmex, Facultad de Economía, UNAM, etc.). Mismos que sirvieron para profundizar en la investigación y con la que hice diversas fichas de trabajo y me sirvió para precisar los objetivos y las hipótesis preliminares. Posteriormente, me avoqué a realizar el trabajo de archivo en el Registro Público de la Propiedad de Culiacán y en el Archivo General de Notarías del Estado de Sinaloa, donde obtuve importante información de primera mano, principalmente en aquellos aspectos relacionados con la constitución de empresas agrícolas, así como aquellas estrechamente vinculadas a esa actividad. Al

mismo tiempo, realicé algunas entrevistas a algunos agricultores que tuvieron participación en ese proceso de desarrollo. Asimismo, se llevaron a cabo diversas visitas a campos agrícolas seleccionados por su larga trayectoria histórica en el valle de Culiacán. Después con toda la información obtenida me avoqué a su análisis e interpretación, de la cual, en parte, presento como resultados de esta investigación.

RESULTADOS

En el cuadro 1 se muestra el conjunto de empresas que se establecieron en el municipio de Culiacán en el periodo comprendido entre 1948 y 1970. En un lapso de 22 años se constituyeron 403 compañías, predominando las dedicadas a la actividad comercial con 176, le siguen las industriales con 91, luego las de servicios y transportes con 81, las agrícolas con 30 y por último, 25 que hemos clasificado como varias.² Se puede observar con claridad que la tendencia de crecimiento es a la alza, pues en 1948 se crearon 11 empresas mientras que en 1970 fueron organizadas 31. El año de 1950 fue el más difícil en la creación de empresas en Culiacán, sólo se establecieron 7. En cambio en 1970 fue cuando más negocios se establecieron, también fueron buenos años para la fundación de empresas: 1955, 1954 y 1969, con 27, 25 y 24, respectivamente.

En cada uno de los 22 años que cubre la investigación se crearon empresas dedicadas a la explotación del comercio, la industria y los servicios y transportes, mientras que en 9 años no se organizó ninguna dedicada a la agricultura y en 7 años ninguna de las clasificadas como varias. Lo anterior puede parecer contradictorio con una de las hipótesis centrales que guían la presente tesis, es decir, que el SPL en el valle de Culiacán tuvo como columna vertebral el desarrollo de la agricultura comercial, basada en innumerables

² Se trata de empresas dedicadas a la explotación de la ganadería, minería e intermediación financiera.

empresas agrícolas de tamaño, pequeño, mediano y grandes. Incluso con predominancia de las dos primeras. Y que con los excedentes generados en dicha actividad se crearon en una proporción muy considerable las empresas ubicadas en las demás actividades económicas. No obstante, como se explicará más adelante, los datos que presentamos relativos a la conformación de compañías agrícolas en el valle de Culiacán no reflejan la realidad, pues los empresarios que constituían formalmente empresas agrícolas fueron los menos.

Cuadro 1. Constitución de empresas en el municipio de Culiacán 1948-1970.

Año	Agrícolas	Comerciales	Industriales	Servicios y Transp.	Varias	Total
1948	1	2	2	4	2	11
1949	3	6	1	1	0	11
1950	0	3	2	1	1	7
1951	0	10	6	4	0	20
1952	4	10	1	1	0	16
1953	2	7	3	4	0	16
1954	3	15	2	4	1	25
1955	5	13	2	6	1	27
1956	0	8	8	2	2	20
1957	2	5	1	5	1	14
1958	0	4	3	4	1	12
1959	0	4	6	2	0	12
1960	1	11	3	1	2	18
1961	3	9	2	6	1	21
1962	0	4	3	5	0	12
1963	1	6	5	5	1	18
1964	1	9	3	3	0	16
1965	0	7	4	3	2	16
1966	0	6	6	5	2	19
1967	2	6	5	2	1	16
1968	0	8	5	5	3	21
1969	1	13	5	3	2	24
1970	1	10	13	5	2	31
TOTAL	30	176	91	81	25	403

Fuente: elaboración propia con información del ARPP y del AGNES.

En el cuadro 2 se muestra la distribución de las empresas que se establecieron en Culiacán, según la actividad económica y el capital invertido. En las 403 compañías de acuerdo con su capital social inicial se invirtió un total de \$333'723,160.00.

Cuadro 2. Constitución de empresas según actividad y capital invertido, en pesos (1948-1970).

Tipo de empresas	Número	%	Capital invertido	%
Agrícolas	30	7	\$ 19'540,000	6
Comerciales	176	44	122'703,000	37
Industriales	91	23	101'627,160	30
Servicios y transportes	81	20	54'503,000	16
Ganadería, minería e intermediación financiera y otras	25	6	35'350,000	11
TOTAL	403	100	\$333'723,160	100

Fuente: Elaboración propia con datos del ARPP y AGNES.

Los montos de inversión que se destinaron a cada actividad se distribuyeron de la siguiente manera: en empresas que se dedicaron a la producción agrícola en general, incluyendo aquellas cuya producción se destinó a la exportación, 119 socios invirtieron en 30 compañías o sea el 7% del total, un monto de 19 millones 540 mil pesos, lo que representa el 6% de la inversión total; en las que se dedicaron al comercio, la inversión ascendió a 122 millones 703 mil pesos, igual al 37%, con participación de 917 inversionistas en el establecimiento de 176 compañías lo que significa el 44% del global; en la actividad industrial intervinieron 792 socios, el monto de la inversión alcanzó la cifra de 101 millones 627 mil 160 pesos o sea el 30% de toda la inversión y se organizaron 91 sociedades, equivalentes al 23%; en lo que respecta a servicios y transportes colaboraron 472 socios cuya inversión sumó 54 millones 503 mil pesos (11%) y se crearon 81 compañías, lo que representa el 20% del total; por último, en el ramo de ganadería, minería e intermediación financiera la suma invertida alcanzó 35 millones 350 mil pesos, es decir, el 11% de la inversión con la participación de 181 inversionistas en la constitución de 25 negocios, correspondiendo al 6% de todas las empresas establecidas.

Si clasificamos a las empresas constituidas en el municipio de Culiacán entre 1948 y 1970, de acuerdo al capital social inicial, encontramos que en el conjunto predominan las pequeñas y las medianas, con el 64% del total,

correspondiendo el 36% restante a las grandes, como se aprecia en el cuadro 3.

Cuadro 3. Clasificación de las empresas de acuerdo a su capital social inicial, en pesos.

Tamaño y Tipo de empresa	Pequeñas	Mediana	Grande	Total
	De 3 a 100 mil	Más de 100 hasta 500 mil	Más de 500 mil	
Agrícolas	7	12	11	30
Comerciales	69	56	51	176
Industriales	24	19	48	91
Servicios y Transp.	25	31	25	81
Varias	5	11	9	25
Total	130	129	144	403

Fuente: AGNES y ARPP

No obstante, si realizamos el análisis del tamaño de empresas por actividad encontramos que solamente en las empresas del ramo industrial predominan las grandes con el 53% de las mismas. En todas las demás actividades económicas las pequeñas y medianas empresas son claramente las que predominan. En agricultura con el 63%, en servicios y transportes con el 69%, en varias con el 64% y en comercio con el 71%. En esta última rama es donde se concentran en una mayor proporción las pequeñas y medianas empresas y fue, justamente, en la actividad en que más se constituyeron compañías, el 44% del total. Por esta razón sólo captó el 37% de la inversión global, mientras que la actividad industrial, que representa el 23% de todas las empresas creadas, pero que concentra la mayor proporción de empresas grandes, captó el 30% de la inversión hecha en el municipio de Culiacán. Apenas 7 puntos porcentuales por debajo del comercio.

Ahora bien, como señalamos antes, la información relativa a la formación de empresas agrícolas que nos arrojaron las fuentes trabajadas (AGNES y RPPC)³, reflejan sólo una parte de la realidad por las siguientes consideraciones: 1) las treinta compañías registradas son solamente las que se constituyeron ante notario entre 1948 y 1970, por

tanto, no se han contado las que ya existían con anterioridad, ni las que desaparecieron durante ese periodo; 2) los empresarios agrícolas que organizaban formalmente –ante notario y registradas en el RPP- sus empresas, eran los menos; 3) el arrendamiento de tierras en el valle de Culiacán era una práctica muy generalizada, que permitía a pequeños y grandes productores acceder fácilmente a las tierras irrigadas y de esa manera dar vida a empresas agrícolas de diverso tamaño; 4) la aparcería agrícola y la asociación en participación eran también formas muy socorridas por los pequeños y medianos productores para acceder a la tierra, capital y equipo agrícola en el valle de Culiacán, generando así un gran número de empresas agrícolas; 5) durante esos años el mercado de la tierra registró un gran dinamismo en el valle, lo que permitió que muchas personas se convirtieran en empresarios agrícolas al comprar diversas extensiones de tierras.

Lo anterior se ve confirmado en un trabajo reciente, donde se analiza la importancia de la comunidad de inmigrantes griegos en el desarrollo empresarial agrícola del valle de Culiacán (Aguilar, 2005, 153). Encontró que los agricultores griegos que formalmente constituyeron empresas para explotar las tierras, fueron los menos (situación que también se presenta entre los agricultores privados mexicanos); que son numerosos los contratos de arrendamiento de tierras llevados a cabo por los inmigrantes griegos en el valle de Culiacán, en los que se estipulaba que las mismas, serían dedicadas a la producción de legumbres para su exportación y no se constituía formalmente ante notario, empresa agrícola alguna. Entre 1924 y 1960 los griegos realizaron 86 contratos de arrendamientos, lo que les permitió rentar 7,653 hectáreas aproximadamente, casi en su totalidad ubicadas en el valle de Culiacán; desde principios de la década de 1930, los inmigrantes griegos empezaron a comprar tierras en el valle, que escrituraban a su nombre, al de la esposa y al de los hijos y rápidamente las incorporaban a la producción. Entre 1934 y

³ Archivo General de Notarías del Estado de Sinaloa y Registro Público de la Propiedad de Culiacán.

1960 realizaron 73 compras de tierras, adquiriendo 6,190 hectáreas, de las cuales el 98% se localizaban en el municipio de Culiacán; los griegos también pudieron acceder a la explotación de importantes extensiones de tierras en el valle a través de la aparcería agrícola y los contratos de asociación en participación, aunque éstas fueron figuras menos socorridas su número también es importante.

Además, en la formación de las treinta compañías agrícolas sólo se involucraron 119 socios, mientras que otras fuentes de la época nos hablan de la existencia de más de mil productores privados en el valle de Culiacán. Por ejemplo, el Centro de Investigaciones Agrarias (1957, 29) señala la existencia en el Distrito de riego No. 10 de Culiacán, de 1,648 propietarios y colonos que poseían 69,369 hectáreas, y Millán (1956, 220-260) anota que según la relación de usuarios y comisariados ejidales del Distrito de riego Nro. 10 por la margen derecha del río Culiacán, controlada por el Canal Rosales, existían 683 productores privados y 36 comisariados ejidales ocupando 21,338 hectáreas. De las cuales, correspondían a los primeros 15,338 hectáreas y a los segundos 6,300. Y en la relación de usuarios y superficies de riego, por la margen izquierda del río Culiacán bajo el control del Canal Oriental y el Cañedo, existían 727 productores privados y 38 comités ejidales, que detentaban 65,243 hectáreas, de las que correspondían 49,327 a los privados y 15,916 a los ejidatarios. Es decir, en el valle de Culiacán había 1,410 propietarios privados que disponían de 64,365 hectáreas bajo riego. Aunque, las cifras proporcionadas en ambos trabajos difieren un poco, consideramos que nos brindan una versión más aproximada a la realidad, de tal manera que no estaríamos hablando de *un ciento* de empresarios agrícolas sino de *cientos de ellos*, aun cuando se tome en cuenta el hecho de que no todos los propietarios de tierras, eran necesariamente empresarios agrícolas.

Con base en estas consideraciones podemos explicar la gran relevancia que

alcanzó el desarrollo agrícola en el SPL del valle de Culiacán, no sólo por los volúmenes y valores crecientes que arrojó dicha actividad entre 1948 y 1970, sino por el impacto que tuvo en el surgimiento de un gran número de empresas complementarias o auxiliares de la producción agrícola. Esto lo podemos constatar agrupando todas aquellas empresas que se vincularon directamente con la explotación de la agricultura comercial, las cuales incluyen además de las compañías agrícolas propiamente dichas, a empresas agrocomerciales, agroindustriales, agroservicios y compañías dedicadas a la transportación de la producción agrícola. En el cuadro 4 se sintetiza la información al respecto.

Cuadro 4. Empresas agrícolas y empresas directamente vinculadas a la agricultura en el valle.

Tipo de empresa	Número	Capital invertido (pesos)
Agrícolas	30	\$ 19'540,000
Agro-comerciales	59	49'953,000
Agro-industrias	44	65'107,000
Agro-servicios y transportes	33	23'082,000
Total	166	157'686,000

Fuente: AGNES y ARPP

Se establecieron 166 empresas (incluye a las agrícolas) directamente vinculadas a la actividad agrícola, lo que representa el 41% del total y se invirtieron 157 millones 686 mil pesos, es decir, el 47% del capital total invertido entre 1948 y 1970. Las agroindustrias fueron las empresas que más absorbieron capital, mientras que el mayor número de establecimientos correspondió a los agrocomercios. Es decir, casi la mitad de las compañías creadas en el periodo de estudio, así como el monto de los capitales invertidos se debieron a la explotación de la agricultura comercial.

Evolución de las empresas agrícolas y las diversas formas de colaboración y cooperación entre los productores

Como vimos antes, entre 1948 y 1970 se constituyeron formalmente 30 empresas agrícolas. De 1952 a 1955 se establecieron 14 sociedades, casi la mitad de las organizadas en todo el periodo. En cambio, en 9 años no se formó ninguna. Entre 1948 y 1958 nacieron veinte empresas, las más grandes por el monto de inversión con capital inicial de un millón de pesos fueron: Agrícola Cinco Hermanos, S. de R. L., propiedad de Atilano, Benjamín, Jaime, Jorge, y José Guillermo todos de apellidos Bon Bustamante; Agrícola Chama, S. de R. L. de C. V., propiedad de Jorge Chaprales y Jorge Macris Chaprales y, Pega, S. de R. L., de Constantino Petrulias, Basilio Gatziones y José Othón Espinoza. Con un capital de un millón quinientos mil pesos se estableció Sinaloa Growers, S. de R. L., los propietarios fueron Demetrio Evangelatus Sirios y Nicolás Panasópulos Cristópulos.

En el lapso entre 1959 y 1970 nacieron diez empresas, las de mayor inversión con capital social de dos millones de pesos fueron: Distribuidora de Legumbres del Noroeste, S. A., propiedad de Raúl Guillemín, Humberto Campa, Samuel Bishop Braud y otros; Agricultores Unidos, S. A., cuyos socios fundadores fueron Fernando Elías Pesqueira, Raúl Bátiz Echavarría, Mario Béjar Díaz, Fernando Elías Abascal y Antonio Lechuga Palazuelos y, Fes, S. A., propiedad de Lulú Mercedes Calderón de de Saracho, César Enrique, Fernando y José Carlos, los tres de apellidos de Saracho Calderón, Félix Enrique de Saracho Salmón y Margot de Saracho de Rico. Se fundaron también con capital social de un millón 500 mil pesos dos empresas: Legumbres de Montelargo, S. de R. L., y Desa, S. A., la primera propiedad de Jorge Almada Salido y Alicia Elías Calles de Almada, de la segunda aparecen como dueños Félix Enrique de Saracho Salmón, María Teresa Arias de Saracho, Yolanda Gatziones de de Saracho, César Enrique y Fernando ambos de apellidos de Saracho Calderón.

La actividad empresarial en la agricultura se centró fundamentalmente en la creación de pequeñas, medianas y grandes empresas que

se dedicaron a la siembra, cultivo y venta de productos agrícolas en general, ya sea para el consumo nacional o para la exportación. Es de señalar que no en todas las actas notariales de constitución se declaraba que se dedicarían a la producción de hortalizas para la exportación, lo cierto es que la mayoría de las grandes empresas constituidas formalmente, se dedicaban a la actividad hortícola, en esta situación está el caso de los inmigrantes griegos. No obstante haber alcanzado una gran especialización en la producción de hortalizas, muchos empresarios cultivaban otros productos agrícolas con la finalidad de “rotar” las tierras o por limitaciones impuestas por la Confederación de Asociaciones Agrícolas del Estado de Sinaloa (Caades) -fijaba una cantidad determinada de hectáreas por productor- con el propósito de no saturar el mercado y de que la producción hortícola no se concentrara en unos cuantos productores.

Es obvio que alrededor de las empresas legalmente constituidas había una enorme cantidad de productores que trabajaban a diferentes niveles. Había un número pequeño de empresas formalmente constituidas, algunas con todas las innovaciones tecnológicas que producían para el mercado estadounidense, empresas bajo las cuales se tejió un denso entramado empresarial donde proliferaban las instituciones tanto formales como informales, en este denso tejido se encuentran las pequeñas empresas y la infinidad de productores de los que no hay registro formal pero que están presentes y se siente su presencia cuando se observan las cantidades de producción alcanzadas en el periodo objeto de la investigación. La estructura de cultivos en esa época estaba conformada por tomate, algodón, arroz, caña de azúcar, garbanzo, trigo, maíz, cártamo, ajonjolí, sorgo y soya, por lo que hay que mencionar que la actividad empresarial agrícola giró en torno a los citados cultivos. Asimismo, las agroindustrias que se establecieron tenían que ver con el procesamiento de varios de estos cultivos, por ejemplo, las despepitadoras de algodón, beneficiadoras de

arroz, productoras de aceites, harineras, forrajeras, y empacadoras y procesadoras de diversas legumbres. En la constitución de empresas agrícolas los montos de inversión fueron modestos, particularmente en los primeros años del periodo de estudio, el capital social mínimo invertido fue de diez mil pesos y el máximo de dos millones de pesos. En el cuadro 5 se muestran las inversiones de mayor monto que de manera individual se realizaron en la actividad agrícola. El mayor inversionista fue Fernando Elías Pesqueira con un monto de un millón cuarenta mil pesos. En segundo lugar está un grupo que invirtieron de 750 a 700 mil pesos donde destacan Alicia Elías Calles de Almada, Jorge Almada Salido, Demetrio Evangelatus Sirios, Nicolás Panasópulos Cristópulos, César Enrique y Fernando de Saracho Calderón, Félix Enrique de Saracho Salmón.

Cuadro 5. Empresarios e inversiones en la agricultura 1948-1970.

Nombre	Monto (pesos)	Empresa
Fernando Elías Pesqueira	\$ 1'040,000	Agricultores Unidos, S. A.
Alicia Elías Calles de Almada	750,000	Agricultores Unidos, S. A. y Legumbres de Montelargo, S R. L.C. V.
Jorge Almada Salido	750,000	Legumbres de Montelargo, S R L. C. V.
Demetrio Evangelatus Sirios	750,000	Central Agrícola, S. de R. L., y Sinaloa Growers, S. de R. L.
Nicolás Panasópulos Cristópulos	750,000	Sinaloa Growers, S. de R. L.
César Enrique de Saracho Calderón	750,000	Desa, S. A.
Fernando de Saracho Calderón	750,000	Desa, S. A., y Fes, S. A.
Félix Enrique de Saracho Salmón	700,000	Desa, S. A., y Fes, S. A.
Raúl Guillemin	666,000	Distribuidora de Legumbres del Noroeste, S. A.
Samuel Bishop Braud	666,000	Distribuidora de Legumbres del Noroeste, S. A.
Constantino Petrulias Kiwis	665,000	Agrícola del Pacífico, S. de R. L., y Pega, S. de R. L.
Humberto Campa	660,000	Distribuidora de Legumbres del Noroeste, S. A.
Lulú Mercedes Calderón de Saracho	500,000	Fes, S. A.
Jorge Chaprales	500,000	Agrícola de Culiacán, S. de R. L. y Agrícola Chama, S. de R. L. de C. V

Nombre	Monto (pesos)	Empresa
Jorge Macris Chaprales	500,000	Agrícola de Culiacán, S. de R. L. y Agrícola Chama, S. de R. L. de C. V.
Basilio Gatzionis Macris	417,000	Agrícola del Pacífico, S. de R. L. y Pega, S. de R. L.
Miguel D. Crisantes	375,000	Agrícola Santa Fe, S. de R. L.
Juan D. Crisantes	375,000	Agrícola Santa Fe, S. de R. L.
Jesús M. Beltrán	370,000	Beltrán y Gastélum, S. de R. L. y Agrícola de Bataoto, S. de R. L.
Aristeo Canelos	300,000	Central Agrícola, S. de R. L y Agrícola del Pacífico, S. de R. L.
Silviano de la Paz	300,000	Frutas y Legumbres del Norte, S.A.
Yolanda Gatziones de De Saracho	300,000	Desa, S. A.
María Teresa Arias de De Saracho	300,000	Desa, S. A.
Atilano Bon Bustamante	300,000	Agrícola Cinco Hermanos, S. de R. L.
Benjamín Bon Bustamante	300,000	Agrícola Cinco Hermanos, S. de R. L.
Mario Béjar Diaz	300,000	Agricultores Unidos, S. A. y Central Agrícola, S. de R. L.
Julia Torres de Gatziones	250,000	Pega, S. de R. L.
René de S. Palomares Paredes	212,500	Frutas y Legumbres del Norte, S.A. y Cía. Agrícola Baila, S. de R. L.
Ignacio de S. Palomares Paredes	200,000	Frutas y Legumbres del Norte, S.A.
Gpe. Paredes vda. de Palomares	187,500	Cía. Agrícola Baila, S. de R. L.
Luis Beltrán	170,000	Beltrán y Gastélum, S. de R. L. y Agrícola de Bataoto, S. de R. L.
Raúl Bátiz Echavarría	160,000	Agricultores Unidos, S. A.
Fernando Elías Abascal	160,000	Agricultores Unidos, S. A.
Antonio Lechuga Palazuelos	160,000	Agricultores Unidos, S. A.
Jaime Bon Bustamante	140,000	Agrícola Cinco Hermanos, S. de R. L.
Jorge Bon Bustamante	140,000	Agrícola Cinco Hermanos, S. de R. L.
José Luis Soberanes	133,000	Central Agrícola, S. de R. L.
José Guillermo Bon Bustamante	120,000	Agrícola Cinco Hermanos, S. de R. L.
Ángel Demerutis Fafutis	100,000	Cía. Agrícola Legumbrera de Sinaloa,
Jorge Demerutis Elizarrarás	100,000	Cía. Agrícola Legumbrera de Sinaloa,
Juan Demerutis	100,000	Cía. Agrícola Legumbrera de Sinaloa,
Constantino Kúsulas	100,000	Cía. Agrícola Legumbrera de Sinaloa,
PanaquisKrinis	100,000	Cía. Agrícola Legumbrera de Sinaloa,
Francisco Gastélum Sánchez	100,000	Gastélum Hermanos, S. en N. C.

Nombre	Monto (pesos)	Empresa
Ramón Gastélum Sánchez	100,000	Gastélum Hermanos, S. en N. C.
Ignacio Gastélum Sánchez	100,000	Gastélum Hermanos, S. en N. C.
Alberto Juan Campos	100,000	Campos Encines Hermanos, S. R.L.
Guadalupe Encines de Campos	100,000	Campos Encines Hermanos, S. R.L.
José Carlos de Saracho Calderón	100,000	Fes, S. A
Gloria Margot de Saracho de Rico	100,000	Fes, S. A
Miguel Ángel Gastélum Sánchez	48,000	Gastélum Hermanos, S. en N. C. y Casa Gastélum, S. A.

Fuente: AGNES y ARPP

Con montos de inversión que van de 667 a 417 mil pesos están Raúl Guillemin, Samuel Bishop Braud, Constantino Petrulias Kiwsi, Humberto Campa y Lulú Mercedes Calderón de de Caracho y Basilio Gatzionis Macris; con capital que va de 375 a 300 mil se anotaron los hermanos Miguel D. y Juan D. Crisantes, Jesús M. Beltrán, Aristeo Canelos, Yolanda Gatziones, María Teresa Arias, ambas de de Saracho, Mario Béjar Díaz y los también hermanos Atilano y Benjamín Bon Bustamante.

Con capitales que fluctuaron entre los 250 y 100 mil pesos se encuentra un nutrido grupo: Julia Torres de Gatziones, René de S. Palomares, Guadalupe Paredes viuda de Palomares, Luis Beltrán, Raúl Bátiz Echavarría, Fernando Elías Abascal, Antonio Lechuga Palazuelos, los hermanos Jaime, Jorge y José Guillermo de apellido Bon Bustamante, José Luis Soberanes, Ángel Demerutis Fafutis, Jorge y Juan Demerutis Elizarrarás, Constantino Kasulas, Panaquis Krinis, los hermanos Francisco, Ramón, Ignacio y Miguel Ángel, todos de apellidos Gastélum Sánchez, Alberto Juan Campos, Guadalupe Encines de Campos, José Carlos de Saracho Calderón y Gloria Margot de Saracho de Rico.

Es importante mencionar que de la información bibliográfica revisada así como la proveniente de los archivos consultados y de las entrevistas realizadas a empresarios se advierte que la mayoría de los agricultores después de tener éxito en la agricultura invirtieron sus excedentes en otras actividades

que les permitieron sortear las dificultades de una mala cosecha por falta o exceso de agua o bien por las vicisitudes del mercado estadounidense donde no existe la garantía de un buen precio para las hortalizas, esto último para el caso de los productores hortícolas.

Don Juan José Palazuelos⁴ refiere su efímero desempeño como agricultor, trabajó aproximadamente treinta y seis años como contador con diversos agricultores. Situación que le permitió conocer perfectamente la actividad agrícola. Se le presentó la oportunidad de rentar un lote de sesenta y seis hectáreas propiedad de Héctor Miguel González, tierras intervenidas por la banca privada y sembró pepino (*picles*). Con el ofrecimiento de Eduardo Gutiérrez de vender la producción en Estados Unidos, la fruta fue de muy buena calidad, el problema fue el empaque. Necesitaba buscar uno que se rentara y que estuviera cerca, se consiguió uno viejo que cortaba la fruta y perdió mucho dinero, aunque hubo ganancias. Por las relaciones adquiridas en su trayectoria profesional, un distribuidor de origen México-americano radicado en Los Ángeles, California le prestó la suma de 330 mil dólares (crédito a la palabra) con los cuales pudo sembrar de nuevo. La confianza entre los agricultores es muy importante, sobre todo para los que se van iniciando, por ejemplo, si se renta un terreno o un empaque con alguien que ha tenido problemas de pago con trabajadores, éstos no quieren trabajar porque creen que no se les va a pagar. Igual sucede con el financiamiento con los distribuidores de Estados Unidos, se obtiene crédito cuando se conoce a los agricultores. El problema que no pudo resolver el señor Palazuelos fue la falta de empaque, para garantizar que la producción saliera en tiempo y forma se requería uno propio, ya que los existentes eran ocupados

⁴ Entrevista a Juan José Palazuelos Acosta, con una amplia experiencia como contador de agricultores como Eduardo Ritz Iturríos (Agrícola Ritz), Gustavo Enrique Haberman Paredes, René Carrillo Caraza, Rolando Andrade (Agrícola del Humaya), Agrícola Bon Wilson de Bamoa, Guasave y Agrícola La Guajira de Navolato.

por los dueños para enviar primeramente su producto. Hacerse de un empaque implicaba mucho dinero para adquirir el terreno, la maquinaria, cuartos fríos y agua potable para que el lavado de la fruta cumpliera con la calidad requerida. Así refiere don Juan José su experiencia como agricultor que sin tener una empresa formalmente establecida ni propiedad de tierras pero con una amplia experiencia en el ramo, incursionó como exportador de hortalizas, pero decidió retirarse del negocio antes de que una mala temporada acabara con los ahorros de toda su vida.

La actividad agrícola y en particular la hortícola, como se ha señalado, ha sido de alta rentabilidad pero también de alto riesgo, es éste uno de los motivos que explica la existencia de un número tan pequeño de empresas agrícolas formalmente constituidas, como lo refieren los entrevistados, en aquella época era difícil establecer una empresa, más bien eran negocios, se establecían acuerdos de operar por ciclo de cultivo, también se advierte que se podía contar con la cooperación de los agricultores ya establecidos para con los que se iban iniciando, pero también con los obstáculos para su desarrollo.

Como ya se expresó, una forma muy utilizada fue la celebración de contratos de asociación en participación donde los contratantes acudían ante un notario donde se especificaba el objeto de la sociedad, como ejemplo está el celebrado entre Raúl Carrillo Rodrigo como asociante y Miguel Ángel Espinoza de los Monteros como asociado, en dicho contrato se especificó que el objeto de la sociedad sería el establecimiento de un empaque práctico de tomate de exportación que los otorgantes obtengan de sus respectivos campos agrícolas en explotación o a terceros que deseen el servicio mediante contratos de maquilaje, dicho empaque se establecería en un local arrendado con el equipo y maquinaria necesarios.

Otro ejemplo que ilustra sobre las formas de trabajar, es otro contrato de asociación en participación que tuvo por objeto cultivar, recolectar empacar y exportar legumbres y

particularmente chile en la temporada agrícola legumbrera de 1950-1951, los contratantes fueron Gaspar Ayala y Lawrence S. Nagayama, este último con el cargo de administrador y director general. El primero aportó los derechos adquiridos con motivo de los arreglos especiales que tenía celebrados para el uso y explotación de varios lotes de terrenos y el equipo necesario para realizar los trabajos de riego, fumigación y corte de dichos productos. Por su parte Nagayama aportó la suma de 8 mil 700 pesos que importó la totalidad de los trabajos ejecutados en la siembra de chile más 197 pesos empleados en la siembra.

Un ejemplo más sobre las formas de trabajar de los agricultores es un contrato de aparcería formalizado entre Prisciliano Aguilar y Nemecio Artola, donde el primero dio al segundo un lote de cincuenta hectáreas, y se obligó a entregar un porcentaje de la cosecha que se levantara. Artola se comprometió a sembrar en el lote -propiedad de Aguilar y del matrimonio formado por Octavio S. Romo y Rosario de Romo, el cual tiene en arrendamiento- algodón de aguas y en invierno, de ser posible, sembrar trigo o cebada, además se obligó a hacer una sola unidad de trabajo que comprendería 95 hectáreas (50 de Aguilar y 45 de los Romo). Artola se comprometió a entregar el 5.27% sobre toda la cosecha de algodón y el 10.55% de la cosecha de trigo o cebada al señor Aguilar, en el caso que los porcentajes de las dos siembras que le corresponden a Aguilar no llegaran a los quince mil pesos, el señor Artola se comprometió a entregarle la diferencia que faltara para alcanzar esa cantidad.

De las entrevistas realizadas se desprende que otra forma de trabajo muy socorrida entre los agricultores fueron los acuerdos verbales, informales en el sentido de que no existía un compromiso escrito de los productores, únicamente un compromiso de honor o de palabra basado en la confianza y la cooperación entre los participantes. En éstos se proporcionaban semillas y demás insumos y se adelantaban recursos para el pago de jornales

con el compromiso de entregar la producción para la venta; otra forma de la que tampoco hay registro es el acuerdo entre productores de maquilar el empaque o proporcionar el transporte con el compromiso de una vez comercializada la producción pagar el servicio, aunque en ocasiones dicho pago no llegaba a realizarse. Como puede verse, las formas de trabajar de los productores fueron múltiples y no se requería necesariamente de la existencia de una empresa formalmente establecida para producir, una empresa constituida podía controlar desde la producción, empaque, transporte y comercialización de la producción como se observa en los objetos de las sociedades constituidas. Con contratos como los citados se concretaba la actividad agrícola, los que carecían de tierra la arrendaban, los que no contaban con empaque satisfacían esa necesidad a través de contratos de maquilaje, quienes no contaban con vehículos para el transporte pagaban por ese servicio, de esta forma se explica la existencia de pocas empresas constituidas en la agricultura y la existencia de altos niveles de producción. También nos permite apreciar las múltiples formas de cooperación y colaboración que existía entre las empresas y entre los empresarios agrícolas del SPL del valle de Culiacán.

En el proceso de desarrollo económico registrado en el valle de Culiacán (un territorio urbano/rural) entre los años de 1940 y 1970, es posible identificar varios de los elementos o variables que en diversos estudios sobre procesos de desarrollo económico regional en algunas regiones de Italia y de otros países del sur de Europa, han sido señalados como distintivos de lo que los economistas y sociólogos han designado como *sistema productivo local*. Éstas se refieren a: 1) la existencia de una aglomeración de empresas (donde predominan las pequeñas y medianas) en un sector económico determinado y un área territorial específica; con una gran flexibilidad, especialización y una alta división del trabajo. Ello genera la existencia de “economías externas” para las empresas en lo

individual pero internas para el sistema productivo en su conjunto, lo que finalmente redundaría en la reducción de costos de transacción, además, la aglomeración de empresas en una misma actividad económica facilita el establecimiento de; 2) densas redes de articulación y cooperación empresarial (entre empresas y entre empresarios), para producir, comercializar o industrializar la producción, como consecuencia, se emprenden acciones conjuntas que conducen a una mayor eficiencia colectiva del SPL, las cuales se ven multiplicadas por; 3) el accionar de un ambiente institucional favorable que vuelve al conjunto de empresas más competitivas en los ámbitos nacional e internacional. Finalmente, la fuerza de los factores anteriores se ve dimensionada por la existencia de; 4) un tipo de organización social y un sistema de valores locales que se han conformado históricamente y se han integrado en el SPL. En dicho sistema organizativo, la familia y los lazos familiares han desempeñado un papel trascendental al proveer recursos humanos, empresariales y financieros, factores imprescindibles en los procesos de crecimiento económico.

AGRADECIMIENTOS

Estamos en deuda con la Universidad Autónoma de Sinaloa, nuestra *alma mater*, que a través del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación (Convocatoria 2006) financió la realización del presente trabajo.

FUENTES

- A) Archivos
Archivo General de Notarías del Estado de Sinaloa (AGNES)
Registro Público de la Propiedad de Culiacán (RPPC)
- B) Bibliográficas

- Aguilar Aguilar, Gustavo (2001), Banca y desarrollo regional en Sinaloa (1910-1994), México, UAS, Difocur, Plaza y Valdés.
- (2005), “Inmigración griega y empresa agrícola en Sinaloa (1927-1971): éxitos y fracasos” en *Secuencia*, núm. 64, Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, enero-abril de 2006, pp. 145-185.
- Ayala, Roberto (1957), Sinaloa en los destinos de México, México, Talleres Unión Gráfica
- Caldentey Albert, Pedro (1998), El distrito agrocomercial del Campo de Dalias, Almería (*España*), en línea www.saber.ula.ve/db/sasaber/Edocs/centros_investigación/ciaa/agroalimentaria/anum7/articulo7_2.pdf, consultado en septiembre de 2005.
- Ceceña Cervantes, José Luis, *et al.*, (1974), Sinaloa: crecimiento agrícola y desperdicio, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Económicas.
- Centro de Investigaciones Agrarias (1957), Los distritos de riego del Noroeste, México.
- Millán, Román R., (1956), Directorio Agrícola, Comercial, Industrial y Profesional del Estado de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, editorial Sinaloa.
- Vázquez Barquero, Antonio (1999), Desarrollo, redes e innovación, España, Pirámide.

NATURALEZA, GESTIÓN, RELACIONES Y VÍNCULOS DEL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN SINALOA

Luis Nabor Alejo Armenta

Coordinación General de Investigación y Posgrado de la UAS
Sótano de la Torre Académica Culiacán, Sinaloa. Tel. (667) 759-45-35
Enviar comentarios y sugerencias a nabor@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

El sistema de ciencia y tecnología, a su vez está comprendido dentro del sistema económico nacional, regional o estatal. Ya sea que esté implícito o explícito en el sistema económico, existe una fuerte determinación económica en el sistema de ciencia y tecnología. Sin embargo, el propósito del proyecto está enfocado al factor educativo dentro de este sistema. De manera más específica, el proyecto está ubicado de manera natural en las universidades, en su enseñanza superior y de manera concreta en los grados académicos de licenciatura, maestría y doctorado que imparten. Vale reiterar que el personal académico, los estudiantes y egresados de estos programas son generalmente los que se encargan o participan en la producción de nuevo conocimiento, en la colaboración con las empresas a través de convenios y servicios; y, sobre todo, en la formación de profesionales, expertos y científicos en las diversas áreas del conocimiento. La presente investigación consiste en estudiar cómo interactúan actualmente (y cómo lo hicieron de 1980 a la fecha) los actores del sistema de ciencia y tecnología de Sinaloa, México, entre ellos y con los organismos o dependencias de los diferentes ámbitos de gobierno u organizaciones sociales, así como también con las empresas. A partir de los instrumentos de encuesta y entrevistas que aplicamos vamos a intentar revelar otros elementos que surjan con el fin de analizar retrospectivamente su comportamiento, se propone contar con elementos sólidos para comparar el sistema con el de otras entidades y países, además de establecer algunas recomendaciones y estrate-

gias de intervención basadas en la propia investigación.

Partimos del supuesto de la carencia de un marco interpretativo y de relaciones explícitas entre los componentes del sistema de ciencia y tecnología sinaloense, que, por tanto, se convierte en la cuestión principal de la presente investigación.

Los bloques económicos y regionales se han propuesto incrementar el porcentaje de su Producto Interno Bruto (PIB) para Investigación-Desarrollo-Innovación (IDI), como la OCDE de 2.08% en 1995 a 2.26% en 2004; la Unión Europea se plantea incrementar hasta 3% su participación del PIB en el mismo rubro para 2010. China y Brasil son más modestos o cautos en este sentido, con metas de 1.23% y 0.97%, respectivamente.

México se propuso abrirse al mercado mundial y forma parte de la OCDE, ha firmado diversos tratados bilaterales de libre comercio a partir de principios de la década de los 90's del siglo XX. Sin embargo, la situación actual del país es desfavorable para el intercambio:

Analfabetismo funcional de los trabajadores mexicanos comparados con los de casi todos los demás países de la OCDE.

El rubro nacional de Ciencia y Tecnología con menos de 0.4 % del PIB, centrado en Investigación Básica. Se corresponde con poco valor agregado a los productos y servicios, escaso o nulo desarrollo de IDI en empresas.

Educación superior, se atiende solamente a un promedio de 23 % de los jóvenes mexicanos mayores de 18 años.

Graves problemas sociales: narcotráfico, delincuencia, corrupción, drogadicción, desintegración familiar, giros negros

El Plan Estatal de Desarrollo 2005-2010 del Gobierno del Estado de Sinaloa, en su discurso

sobre ciencia y tecnología plantea el objetivo supremo:

Convertir al sistema de ciencia y tecnología en uno de los soportes fundamentales para elevar la productividad, la competitividad regional y el desarrollo económico y social de la entidad.

En marzo de 2004 el Congreso sinaloense promulgó la Ley de Ciencia y Tecnología del Estado de Sinaloa, donde se establecen los siguientes propósitos nodales:

Institucionalizar el Sistema de Ciencia y Tecnología de la entidad

Fortalecer el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología

Establecer el Programa Estatal de Ciencia y Tecnología

Crear y regular el Fondo Estatal de Ciencia y Tecnología

Generar mecanismos de vinculación de los sectores productivos con las actividades científicas y tecnológicas

Establecer el Sistema Estatal de Ciencia y Tecnología

Resumen de las condiciones económicas y educativas de Sinaloa:

Producción agrícola, 7.4% del valor nacional. Incluye primer lugar en hortalizas, soya, maíz; segundo en frijol, arroz; tercero en cártamo y cuarto en trigo y sorgo.

Pesca, 23 % del valor nacional.

Ganadería, 3.8 % del valor nacional.

Servicios, principal sector del PIB estatal: destacan turismo, educación, pero hay inequidad en relación con el resto del país (se da más importancia a otros polos turísticos y educativos en el país).

Educación superior e investigación, en una posición intermedia comparada con otros estados, pero con grandes rezagos en financiamiento con respecto a universidades nacionales.

Empresas, con escasa participación en I&D. Innovación no tecnológica.

Gobierno estatal y locales, con falta de políticas, estrategias, financiamiento, especialmente en educación, CyT. Esfuerzos

localizados en las principales ciudades de Sinaloa.

Miedo, corrupción, falta de seriedad ó compromiso; y por otra parte apoltronamiento, son frenos para resolver los problemas sociales.

MATERIALES Y MÉTODOS

La parte del método hermenéutico que se eligió como herramienta metodológica para el tratamiento de la información obtenida en esta investigación se denomina Análisis de Contenido y se refiere con mayor énfasis al enfoque hacia el estudio de textos y contextos dentro de la hermenéutica. El *análisis de contenido* de las comunicaciones, de acuerdo con lo expresado por Lawrence Bardin (2002) en su libro del mismo nombre, describe los diferentes procedimientos y un amplio abanico de técnicas que van desde el análisis temático elemental a los complejos programas de computadora, de la interpretación clínica de la palabra a un análisis formalizado del discurso.⁵ Por otra parte, para afinar los instrumentos y su aplicación en la presente investigación, se retoma el enfoque de entrevista de Taylor y Bogdan, que nos indica que⁶:

Ni el número ni el tipo de informantes se identifica de antemano. El entrevistador comienza con una idea general sobre las que entrevistará y el modo de encontrarlas, pero está dispuesto a cambiar el rumbo después de las entrevistas iniciales.

La praxis de la investigación, como fruto de la *Pedagogía crítica*, permite elaborar sugerencias de validez general para un acercamiento desde los actores del sistema.

La *investigación-acción*, es un enfoque teórico cuyos componentes son la conforma-

⁵ Bardin, Laurence (2002) Análisis de contenido, Madrid, Akal, traducción al español, 3ª. Edición, 183 pp.

⁶ Taylor, S. Bogdan, R. (1992) Introducción a los métodos cualitativos de investigación Paidós, Barcelona, p. 22.

ción de comunidades de trabajo y la atención a la gestión contextual sobre la base de la toma de decisiones que mejoran las prácticas en las comunidades.

La muestra bajo estudio constó de 17 entrevistas realizadas a personalidades con experiencia en los ámbitos académico, empresarial y de instituciones gubernamentales relacionadas con la ciencia y la tecnología.

RESULTADOS PRINCIPALES Y DISCUSIÓN

Un factor que podría mejorar las relaciones Universidad-Empresa, de acuerdo con los entrevistados:

Trabajar proyectos de investigación de manera conjunta desde el inicio, no querer vender productos ya terminados.

Las relaciones Universidad-Gobierno y Empresas-Gobierno, buenas pero restringidas a lo básico. Gobierno y Empresa no demandan conocimiento.

Las referencias y anhelos sobre las instituciones, empresas e individuos en particular, aunque se trató de evitarlas en lo posible, en algunos casos no se pudieron obviar, como en las que hablan de la Universidad Autónoma de Sinaloa:

Que en la UAS se recupere estabilidad y proyecte en su entorno una imagen de ser una institución con cuadros científicos de alto nivel, serios y de alta responsabilidad. Por otro lado, que las instituciones del sector público y las empresas estén dispuestas a financiar investigaciones de calidad y útil para el desarrollo empresarial de Sinaloa.

La UAS debe tener un diagnóstico de sus recursos humanos, experiencia, productos académicos, grupos de investigadores, inventores, cuerpos académicos; promover discusiones y espacios para presentarlos y que exista interlocución con sectores productivos y del gobierno; políticas públicas de las dependencias de gobierno federal-estatal, que establezca la armonía que no se ha dado.

Cambios sugeridos para fortalecer y consolidar las actividades científicas y tecnológicas en Sinaloa

Algunas de las sugerencias para las políticas y estrategias, fueron:

(Se requieren) nuevas formas de los posgrados y en general de enseñar la ciencia.

Planes y programas de investigación científica y tecnológica, acordes con la problemática regional.

Incrementar el porcentaje del PIB estatal para Investigación y Desarrollo. Establecer impuestos estatales que se apliquen a mejorar la investigación y desarrollo.

Formación de recursos humanos de alto nivel, así como su posible contratación en los diferentes centros de trabajo en el estado.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue realizado bajo los auspicios de la UAS, proyecto PI-PROFAPI-06-130, por lo cual el autor agradece a la institución por la confianza y por los apoyos recibidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AAAS (Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia, por sus siglas en inglés) (2006), Retos para el bienestar sustentable de la humanidad, documento preparatorio de la reunión anual a celebrar en febrero de 2007, publicado en <http://www.aaas.org/>, consultada en noviembre de 2006.
- Bardin, Laurence (2002), Análisis de contenido, Madrid, Akal, traducción al español, 3ª. Edición, 183 pp.
- Cazadero, Manuel (1995), Las revoluciones industriales, México, Fondo de Cultura Económica.
- Cámara de Diputados de México (2002), Ley de Ciencia y Tecnología, México, <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/doc/242.doc>, consultada en Internet en marzo de 2007.

- Cereceres G., Lucía (2004), Evolución organizacional, Proceso de crecimiento de pequeña a mediana empresa, Culiacán, UAS, p. 12.
- CONACYT-SEP, México (2007), Padrón Nacional de Posgrado, consultado en mayo de 2007 en la página electrónica: <http://www.conacyt.mx/Becas/docs/ManualEvaluacionProgramasPosgrado.pdf>
- Foro Consultivo Científico y Tecnológico, Conocimiento e Innovación en México: hacia una política de Estado, (2006), 80 pp., consultado en Internet en diciembre de 2006, en la página http://www.foroconsultivo.org.mx/documentos/plan_nacional/conocimiento_innovacion.pdf
- Gobierno del Estado de Sinaloa (2005), Plan Estatal de Desarrollo 2005-2010, p. 27.
- Gobierno del Estado de Sinaloa (1999), Programa Estatal de Ciencia y Tecnología 1999-2004, http://www.cecylt.gob.mx/doctos/pecyt_99_04.doc, pp. 8-11.
- Gobierno federal de México (2000), Programa Especial de Ciencia y Tecnología, una versión ejecutiva del este Programa, se puede encontrar en la página electrónica consultada en abril de 2007: <http://planeacion.cicese.mx/docsvarios/PECYT/14-22.pdf>
- Granados, Otto, *et.al.* (2003), Por qué no crecemos? Hacia un consenso para el crecimiento en México. Reflexiones de 54 economistas, Huatusco, Veracruz, junio 5-7.
- Hodgson, A. M., Qualitative System Thinking, A fresh look at J. G Benett's General Systematics, tomado de la página de Internet, consultada en noviembre de 2006: <http://www.decisionintegrity.co.uk/WM%20Qualitative%20Systems%20Thinking%20ISSS.pdf>
- López Leyva, Santos (coord.) y otros (2003), Potencialidades en la producción de conocimiento, el caso de Sinaloa, UAS, PROMEP, UdeO, Culiacán, pp. 275-276.
- Myllyntaus, Timo (1990), *Education in the Making of Modern Finland*, en Tortella, Gabriel (Ed.), Education and Economic Development since the Industrial Revolution, Valencia: Generalitat Valenciana, pp. 153-171
- North, Douglas C. (1981), Estructura y cambio en la historia económica, Madrid, Alianza Editorial.
- Periódico La Jornada, en la página electrónica de este diario: <http://www.jornada.unam.mx/2006/12/14/index.php?section=politica&article=009n1pol>, consultada en enero de 2007.
- Taylor, S. Bogdan, R. (1992), Introducción a los métodos cualitativos de investigación, Paidós, Barcelona.
- Varios autores (2006), Primer Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación, que se llevó a cabo en el Palacio de Minería de la ciudad de México, se trata de un resumen elaborado por el autor con esta información. Publicado en el diario La Jornada, los días 20 y 21 de junio de 2006, tomado de la publicación electrónica, consultada en junio de 2006: <http://www.jornada.unam.mx/2006/06/20/a15n1cie.php>

INDICADORES BÁSICOS PARA EL ANÁLISIS DE UN SISTEMA DE INNOVACIÓN EN SINALOA

Dr. Alonso Bajo
Dr. José Bastidas Morales
Dr. Ramón Martínez Huerta

PRESENTACIÓN

Los indicadores son una herramienta indispensable para la evaluación y la planificación, por ello la producción y confiabilidad de los indicadores de ciencia, tecnología e innovación ha alcanzado un nivel satisfactorio en la mayor parte de los países. Ello debe ser visto como resultado de una evolución que ha sido continua desde mediados de los años noventa, como parte de un proceso más amplio de formulación de políticas destinadas a dar respuesta a lo que se ha dado en llamar la "economía del conocimiento".

En términos generales, gracias a los indicadores se cuenta actualmente con una serie de varios años en los principales indicadores de actividad científica y tecnológica. Algunos países además disponen de información confiable y comparable acerca de los procesos de innovación, de percepción pública de la ciencia y la tecnología y de impacto social del conocimiento.⁷

En suma, los indicadores deben ofrecer precisiones respecto de las características particulares que asumen los procesos de innovación en cada región y proporcionar elementos de juicio respecto de sus implicancias para el desarrollo económico y social. En este trabajo se aborda la situación de los indicadores en el estado de Sinaloa y su impacto en el desarrollo del sector hortícola de exportación.

1. METODOLOGÍA

Para el presente estudio se analizan los indicadores de ciencia y tecnología de México

y Sinaloa como son: las patentes, que se han solicitado los últimos años. El número de artículos publicados. Los recursos humanos calificados dedicados a la investigación; número de miembros del Sistema Nacional de Investigadores reconocidos por el CONACYT, así como el apoyo para su formación, como es el otorgamiento de becas para estudio de posgrado y el apoyo financiero otorgado a la investigación que se realiza en Sinaloa. Al final se hace un análisis del impacto que tienen los indicadores en la cadena productiva de la horticultura de exportación de Sinaloa.

2. RESULTADOS

2.1. Patentes solicitadas y concedidas en México y Sinaloa

Sin lugar a dudas las patentes son indicadores muy importantes en materia de innovaciones. Durante el año 2004 el IMPI recibió un total de 13,194 solicitudes de patentes en México, lo que implica un crecimiento del 8.1 % respecto a las 12,207 presentadas en el 2002. Esto representa un repunte en la dinámica de esta actividad, que durante los 2 años previos existió una contracción en el total de solicitudes presentadas; más aún, la cifra de 2004 es la segunda más alta históricamente, sólo detrás del registro obtenido en 2001 (13,566 solicitudes).

2.2. Patentes solicitada por entidad de residencia del inventor 1995-2004

En el 2004 Sinaloa solicitó 5 patentes, siendo los mejores años del 2002 al 2004. Teniendo un promedio anual de 4.6 en los años analizados ocupando el lugar número 15 nacional. Esto lo podemos catalogar como una

⁷ Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología.

buena posición, ya que la cultura de la protección industrial en el estado es reciente y poco promovida por el gobierno de la entidad y las instituciones educativas.

2.3. Producción y factor de impacto de artículos científicos

De acuerdo con los datos actualizados del ISI la producción mexicana de artículos científicos recibieron 71,209 citas en el quinquenio 00-04 lo que representó un crecimiento del 6.8% respecto al quinquenio anterior, 7.5 puntos porcentuales menor al crecimiento generado en el quinquenio 99-03. Como se puede observar, las grandes productoras de artículos son, también las disciplinas que mayor número de citas generan. En los últimos quinquenios el número de citas ha estado dominado por Medicina, Física, Química.

De 1981 a 1997 en Sinaloa se publicaron en 143 artículos, los artículos fueron citados 340 veces. Para el 2004 estas cifras mejoraron notablemente ya que en el periodo de 1993-2003 se publicaron 404 artículos, los cuales fueron citados 1,460 veces. En este renglón Sinaloa se ubica en el lugar 17 nacional con respecto a los demás estados de la República Mexicana

2.4. Sinaloa: Investigadores Nacionales 2000-2006

En Sinaloa el número de investigadores pertenecientes al sistema nacional ha ido en aumento de manera significativa, ya que en el año 2000 se contaban con 48, pasando a 88 en el 2002, en el 2004 se rebasó la centena llegando a 105, para llegar al 2006 a 140, lo que significa un incremento de casi 3 veces más del 2000 al 2006.

La Universidad Autónoma de Sinaloa es la que mayor cantidad de investigadores tiene, seguida por el CIAD y la UNAM. Sin embargo, en el área agrícola la UAS únicamente cuenta con un investigador nacional. Lo cual no corresponde a las actividades económicas predominantes en el estado.

2.5. Formación de recursos humanos

La formación de recursos humanos de alto nivel es indispensable para el desarrollo económico y social de cualquier región del mundo. En Sinaloa, del año 2000 al 2005 se han obtenido del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología un total de 435 becas para estudios de posgrado; maestría y doctorado.

Del total de becas 396 corresponden a maestría y 39 para doctorado, en este cuadro podemos observar cómo se han incrementado las becas que el CONACYT destina en este rubro para el estado de Sinaloa.

2.6. Financiamiento a la investigación

La importancia del desarrollo de la investigación en las regiones, es el hecho de que es precisamente a través de sus resultados como se obtienen los nuevos conocimientos que buscan resolver problemas existentes o anticiparse a ellos. A la vez es la materia prima para el desarrollo de innovaciones y un componente básico de un sistema de innovación regional.

2.6.1. Financiamiento federal

En este apartado se consideran los apoyos del CONACYT, de sus convocatorias tradicionales, los Fondos Mixtos y Fondos Sectoriales En una visión histórica del financiamiento obtenido de CONACYT para el desarrollo de proyectos de investigación en el estado de Sinaloa de 1985 al 2001 se logró financiamiento para 75 proyectos, que se realizaron en las IES de la entidad, con un monto financiero de 23'046,378.

En lo que respecta a los Fondos Mixtos, en el año de 2005 se financiaron quince proyectos de investigación con un monto mayor a los cinco millones de pesos, esta fue la primera convocatoria emitida en Sinaloa en esta modalidad,

Los fondos sectoriales empezaron a promocionarse en la entidad en el año 2003, donde se logra colocar ocho proyectos con un

monto de 21'187,000 pesos. Para el 2004 la cantidad de proyectos se incrementa a doce y el monto 16'792,756 y para el año de 2005 se financiaron siete proyectos con un monto financiero de 8'241,077 pesos. Sumando en estos tres años un total de \$46'220,833.

2.6.2. Financiamiento estatal

En el financiamiento estatal a la investigación se consideran las convocatorias del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología. La Fundación Produce Sinaloa y la Universidad Autónoma de Sinaloa

El consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del año 2000 al 2006 ha financiado un total de 154 proyectos de investigación. Sin duda de gran importancia para el impulso a la investigación en el estado de Sinaloa fue la creación y puesta en marcha de este Consejo.

La Fundación Produce Sinaloa del año 2002 al 2006 a brindado apoyo económico a 325 proyectos con un monto financiero mayor a los setenta y cuatro millones de pesos.

La Universidad Autónoma de Sinaloa en el año 2006 lanzó convocatoria para el apoyo interno a proyectos de investigación, con la finalidad de preparar proyectos que posteriormente concursen por apoyos externos. En ese año se apoyaron 160 proyectos con una aportación cercana a los ocho millones de pesos. En el 2007 el monto ascendió a \$10'000,000.00.

3. SISTEMA REGIONAL DE INNOVACIÓN

El reconocimiento de la importancia que tienen los aspectos territoriales y del propio entorno regional en la innovación tecnológica ha llevado, en los últimos años, a que se preste una atención específica al concepto de Sistema Regional de Innovación. Según Lundvall (1992), un Sistema Regional de Innovación está constituido por un conjunto coordinado de actores heterogéneos y por las relaciones que interactúan entre ellos para la generación, difusión y aplicación de nuevos conocimientos económicamente útiles. Es

decir, por un conjunto de redes técnico-económicas.

Los sistemas regionales de innovación, SRI, se componen de los actores que en este ámbito dinamizan el fenómeno de la innovación: empresarios, gobiernos departamental y municipal, banca privada y pública, centros de desarrollo tecnológico y centros regionales de productividad, incubadoras de empresas de base tecnológica, y universidades. Los clusters de innovación son una expresión particular de los SRI, en los cuales se ha logrado una dinámica y sinergia en la interacción de los actores con relación a un ámbito específico.

4. EL SECTOR HORTÍCOLA DE EXPORTACIÓN EN SINALOA

Con la finalidad de conocer cuál es la relación que guardan los indicadores científicos y tecnológicos con el desarrollo del sector hortícola de exportación en Sinaloa se aplicó una encuesta a personal que labora en las empresas hortícolas que se dedican a exportar sus productos, tomando como referencia la clasificación del Banco Nacional de Comercio Exterior para empresas sinaloenses, de la cual se extrajo una muestra representativa en cuanto al número de empresas y su ubicación geográfica en la entidad.

La primera inquietud fue conocer percepción de los horticultores acerca de las innovaciones que se desarrollan en las empresas para lo cual se dividió en cuatro fases: producción, empaque, comercialización y administración.

En la primera las principales innovaciones se centraron en el sistema de invernaderos, donde el 50% de los encuestados manifestó que era la innovación más importante introducida en la empresa en la fase de la producción; la otra innovación fue el riego por goteo con un 20%, la sembradora de semillas en charolas fue la tercera en jerarquía.

La fase número 2 se refiere a las innovaciones que se han llevado a cabo en el empaque, siendo los sistemas electrónicos para la selección de las hortalizas el que mayor

peso tuvo en las empresas con un 80%, seguido por equipo de refrigeración una vez que se ha llevado a cabo el empaque y con un porcentaje menor el sistema de llenado de cartones con fruta de manera automatizada.

En la fase de la comercialización el sistema de etiquetado de código de barras fue la más sobresaliente de las respuestas obtenidas con un 50%; la diversificación de mercados fue la que ocupó el segundo lugar con un 30%, donde manifestaron que la saturación temporal del mercado estadounidense, sobre todo cuando se empata con la producción de Florida es un problema muy grave que enfrentan cada año. Un 10% externó que la compra de termos modernos para el traslado de las hortalizas fue una de sus innovaciones introducidas recientemente en su empresa.

La cuarta fase que corresponde a la de administración el 70% de los encuestados señalaron que la introducción de sistemas de redes de enlace es la principal innovación, lo que les permite ser más eficientes y contar con información de mercado mucho más ágil y oportuna. La implementación de programas de calidad para la certificación fue la segunda opción, que sin duda es de gran importancia para poder exportar sus productos al mercado estadounidense principalmente.

De las innovaciones introducidas en las empresas que se señalaron anteriormente se buscó el origen de ellas, siendo el 75% de procedencia extranjera, que corresponden a la fase de producción y comercialización. De naturaleza nacional fue el 15 y el 10% desarrollada en las propias empresas.

La mayoría de las nuevas tecnologías introducidas en las empresas fue de origen extranjero y no se obtuvieron respuestas de innovaciones desarrolladas en el ámbito local, por lo cual se consideró importante saber el conocimiento que se tiene por parte de las empresas hortícolas de las innovaciones desarrolladas en las IES locales, donde el 35% de los encuestados expresaron que si tenían conocimiento de ello, otro 35 señalaron que no y en la escala de media hacia abajo se encontraron el 30 restante, lo que nos da

como resultado que el 65% de los empresarios no tienen un buen conocimiento de las innovaciones que se realizan en las instituciones de educación superior y centros de investigación del estado de Sinaloa.

Uno de los principales reclamos de los empresarios fue el hecho de que no se conoce lo que se está llevando a cabo en las instituciones educativas y centros de investigación que pueda ser de utilidad para su empresa, a excepción del CIAD Culiacán, donde sí se tiene una comunicación más estrecha en la fase de empaque, conocido como poscosecha.

Con respecto al grado de cooperación de la empresa con las IES se obtuvo que el 50% consideró como elevada, contrarrestando con el 35% que manifestó una nula o baja cooperación y el 15% restante en término medio. La cooperación con las IES se da principalmente en la esfera de la producción, empaque, pero resalta en su importancia los aspectos de administración, control de calidad, certificación.

La importancia que revisten las IES y centros de investigación de Sinaloa en las empresas hortícolas de exportación fue de la manera siguiente: en primer lugar está el CIAD Culiacán con un 30% , seguidos por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey Campus Culiacán y la Universidad Autónoma de Sinaloa, con un 20% cada uno de ellos. El Centro de Ciencias de Sinaloa obtuvo un 15% de las respuestas. Mientras que el Instituto Politécnico Nacional y los Institutos Tecnológicos Regionales lograron un 10 y 5% respectivamente.

Un factor importante es el renglón de financiamiento de proyectos de investigación y desarrollo, transferencia y validación de tecnología, etc. Ello le ha valido a empresas de países desarrollados ser competitivas en el mercado reduciendo sus costos en la obtención de innovaciones, adquisición y validación de tecnologías para sus empresas. Ante ello, el 57% de los encuestados externo que únicamente tienen conocimiento de aquellos que son de índole regional/local. Lo

más grave de la situación es que el 35% no tienen conocimiento de ninguno de ellos y el 8% restante señaló que conocían programas nacionales de apoyo a estas actividades.

La mayoría de las empresas hortícolas no han suscrito ningún convenio con instituciones educativas y centros de investigación de Sinaloa. Como podemos observar en la gráfica número 11, el 60% se encuentra en esta situación, el 25 mencionó que sí han tenido o tienen convenios firmados. Mientras que el 15% no contestó a esta pregunta, lo que nos lleva a concluir que en realidad no lo han realizado.

De los servicios de consultoría que han utilizado las empresas se encuentra la certificación de procesos, donde el 100% de éstas declaró que han utilizado este servicio, ya que es un requisito indispensable para lograr la certificación de la empresa para poder comercializar en el mercado internacional.

El 66% de los encuestados coincidieron en tres servicios de importancia; mejora del producto, estrategia de comercialización y mejora de procesos. Con un 60% fue el servicio de proyectos de investigación y por último con un 30% fue la vigilancia tecnológica, donde manifestaron que son los propios creadores y/o comercializadores de las nuevas tecnologías quienes acuden a la empresa a ofrecer sus innovaciones.

Un aspecto que todas las empresas buscan mantener es la participación en exposiciones, ya sean de corte nacional o internacional, ya que es ahí donde establecen contactos con compradores y proveedores, principalmente de origen extranjero.

Una de las preocupaciones para mantenerse actualizados en aspectos de producción, comercialización y administración es la asistencia a conferencias y cursos, donde el 60% señaló que asisten de manera regular. Un 50% exteriorizó que han participado en círculos de calidad, organizados principalmente por el Centro de Ciencias de Sinaloa y el ITESM Campus Sinaloa y un 30% sostuvo que es importante asistir a seminarios donde se

hacen demostraciones de nuevas variedades, tecnologías, procesos, etcetera.

Dentro de un sistema de innovación regional la participación del gobierno y de las instituciones de educación y centros de investigación es fundamental para su desarrollo. Para las empresas encuestadas el gobierno tiene poca participación; 35% señalaron que era nula, el 25 muy baja, el 20, que era intermedia y sólo el 20% manifestó que se tenía una participación más o menos aceptable, pero ni una sola externó que era positiva. Por lo que respecta a las IES y centros de investigación, el 50% señaló que era nula, mientras que el 25 que estaba en términos medios y 12.5% correspondió a muy poca, así como a más o menos aceptable. De acuerdo con las respuestas obtenidas se puede deducir que es muy poca la importancia que le otorgan las empresas hortícolas del estado de Sinaloa a la participación del gobierno y las instituciones educativas para la promoción, apoyo e impulso para el desarrollo de las innovaciones.

CONCLUSIONES

Si sostenemos que es a través de los procesos de innovación tecnológica como se genera riqueza y el uso de esta riqueza alimenta la generación de nuevo conocimiento. Es necesario explotar las oportunidades que ofrecen los cambios, la generación de una cultura innovadora que permita tanto a las instituciones de educación superior como a las empresas tener la capacidad de adaptarse a las nuevas exigencias del mundo innovador. Por ello para poder hablar de un sistema de innovación para el estado de Sinaloa, se vuelve necesario que los indicadores científicos y tecnológicos impacten de manera directa en el funcionamiento, mejora y posicionamiento de las empresas de la entidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, (CONACYT), Sitio Web oficial www.conacyt.mx
- Freeman, C. (1987), “Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan”, Pinter, Londres.
- Arocena, R. y Sutz, J. (2001), “Changing knowledge production and Latin American Universities”, *Research Policy* (30) 8, pp. 1221-1234.
- Cimoli, M. y Dosi, G. (1994), “De los paradigmas tecnológicos a los sistemas nacionales de producción e innovación”, en *Comercio Exterior, Bancomext*, vol. 44, Num. 8, México, pp. 669-682.
- Lundval, Bengt-Ake (1992), “National Systems of innovations: Toward a theory of innovations and interactive learning”, Pinter, London.
- Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), Sitio Web oficial www.ricyt.edu.ar.
- de Información sobre Investigación Científica y tecnológica (SIICYT), Sitio Web oficial www.siicyt.gob.mx.
- Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), Sitio Web oficial www.impi.gob.mx.
- Informe General del estado de la Ciencia y la Tecnología, CONACYT, 2005.

LA PERCEPCIÓN DE LOS RIESGOS SOCIO AMBIENTALES EN LOS HABITANTES DE MAZATLÁN, SINALOA

José Luis Beraud Lozano¹, César Covantes Rodríguez^{2*}, Igor Piotr Beraud Martínez¹. Facultad de Ciencias Sociales¹, Universidad Autónoma de Sinaloa. Ave. de los Deportes s/n, Unidad Universitaria, Mazatlán. ¹jose_beloz@hotmail.com. ^{2*}Escuela Preparatoria "Rosales", Universidad Autónoma de Sinaloa. Laureles 32, Fracc. Plaza Reforma, 82120, Mazatlán, Sinaloa. Teléfono: 01-669-9839899. ^{2*}covantes54@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Mazatlán, Sinaloa, está expuesta a una diversidad de riesgos, que generan una considerable vulnerabilidad, la cual se evidencia de manera contundente en la cabecera municipal por ser el centro de la concentración demográfica y centralización de actividades productivas. Como característica predominante de esa diversidad de riesgos, los investigadores sostienen que los propios habitantes han construido las condiciones favorables para que esos riesgos lleguen a causar graves desastres. En esta perspectiva, los huracanes, inundaciones, mareas ciclónicas y vientos huracanados, que en un primer momento pudieran inducir a identificarlos como causantes de "desastres naturales", en realidad la sociedad mazatleca ha jugado un papel determinante para generar las condiciones que propician pérdidas materiales y eventualmente pudieran registrarse pérdidas humanas. Pero hay otros riesgos, sean eventos naturales o aquellos producidos en la vida cotidiana, a los que la población no presta el menor interés, ya sea "porque nunca han ocurrido" (como el tsunami y hasta los sismos), o porque simplemente "a mí no me afectan". Son estas expresiones las que llevaron a investigar la percepción de los riesgos socio ambientales en los habitantes de Mazatlán, Sinaloa. Esta investigación no sólo busca describir las variaciones de conocimientos, actitudes y valores de los habitantes frente a los riesgos, sino que considera los resultados como punto de partida para establecer *Metodologías socio culturales que contribuyan a generar, desarrollar y fortalecer la cultura preventiva, como estrategia para mitigar los riesgos y así*

evitar un mayor incremento de la vulnerabilidad en la ciudad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo y modalidad de esta investigación: la investigación está basada en un estudio descriptivo y crítico con la modalidad de exploratorio, trabajado desde la percepción de riesgos socioambientales que tienen los habitantes en la ciudad de Mazatlán.

Universo, población y muestra: el *universo* está conformado por los habitantes de la ciudad de Mazatlán. Mediante el proceso del método descriptivo, crítico y exploratorio, esta investigación detecta conocimientos, actitudes y valores de los sujetos acerca de los riesgos naturales, tecnológicos (antropomórficos o generados por las prácticas sociales), epidemiológicos, socioeconómicos y de seguridad del lugar en que viven. La *población* sujeta a investigación está constituida por sujetos adultos, hombres o mujeres de 18 años o mayores que viven en casa propia o rentada (Hernández Sampieri, 2000: 204-216), de los que se obtuvo una muestra significativa. Los datos se recolectaron mediante un *muestreo probabilístico estratificado por racimos*, que supone una selección, comprendiendo dos etapas: En la primera, fueron seleccionados los racimos, esto es, considerando el uso de un mapa actualizado de la ciudad y siguiendo el procedimiento del *muestreo probabilístico estratificado*. Para ello, se consideraron las zonas habitadas reconocidas por la Dirección de Catastro del Municipio de Mazatlán. A continuación, mediante un *muestreo aleatorio*, se obtuvo una muestra de 1,273 domicilios sujetos a entrevistar, con una cota

de error de 0.03 y un coeficiente de confianza del 95 por ciento.

En esta etapa, se recurre a la estrategia de considerar el mapa de la ciudad, el cual muestra que hay un determinado número de manzanas o cuadras en general. A partir de esto, el tamaño de la muestra (n) se determina en dos pasos: primeramente el tamaño provisional de la muestra (n') mediante la ecuación: $n' = S^2 / V^2$, y a continuación, sustituyendo los valores en la segunda ecuación se conoce el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{n'}{1 + n'/N}$$

Conociendo el tamaño de la población, a continuación se cuentan las manzanas de las zonas habitadas por las tres clases, dividida por estudios previos en subpoblaciones o estratos (ejemplo: estratos socioeconómicos), de acuerdo con ingresos mensuales de sus habitantes, estableciéndose de esta manera el número de manzanas por cada estrato. Enseguida, mediante la fórmula $fh = n/N = Ksh$, se obtiene una fracción constante fh, donde N representa el tamaño de la población y n es el tamaño de la muestra. Esta fracción constante se multiplica por el número de manzanas en cada estrato, obteniéndose el número de manzanas que se va a muestrear de cada estrato socioeconómico. Para conocer cuáles eran las manzanas en que deberían aplicarse las entrevistas, se usó la *tabla de números random*, recorriéndose hacia arriba, hacia abajo y horizontalmente, hasta completar el tamaño de la muestra. En la segunda etapa, fue diseñado el instrumento para la investigación empírica, siguiendo las características de un cuestionario con preguntas *cerradas*.

Técnicas e instrumentos utilizados en la investigación: Con el fin de identificar las categorías, fue necesario realizar trabajo de campo y gabinete. El trabajo de campo comprendió la aplicación del cuestionario con preguntas *cerradas* y para el de gabinete un análisis estadístico, que comprende las frecuencias relativas con sus porcentajes de casos en cada categoría. En el trabajo de

campo, se deseaba detectar cuáles son los conocimientos, actitudes y valores (categorías) sobre riesgos socioambientales que tienen los habitantes de Mazatlán, por lo que se elaboró el instrumento de evaluación, consistiendo en un cuestionario de preguntas *cerradas* “que contienen las categorías o alternativas de respuesta que han sido delimitadas. Es decir, se presentaron a los sujetos las posibilidades de respuestas y ellos se circunscribieron a ellas” (Hernández Sampieri, 2000: 277).

El cuestionario abarcó 55 preguntas, entre dos y ocho diferentes posibilidades de responder. Estuvo diseñado en tres secciones: la primera constó de 28 preguntas en las que se evaluó la categoría de conocimientos con el propósito de saber qué tanto conoce el sujeto sobre los riesgos naturales de su entorno, y otros de carácter social que están impactando a los subsistemas socioambientales. La segunda sección abarcó veinte preguntas, evaluándose las actitudes que tienen los habitantes hacia los riesgos: qué esperan, lo que les preocupa y qué les gustaría desarrollar en la comunidad. La tercera sección comprendió la categoría de valores con siete preguntas, con la finalidad de recoger información sobre los principios éticos y cómo los emplean para juzgar lo “adecuado-inadecuado” de las conductas propias y ajenas. Los reactivos se calificaron considerando las frecuencias de las respuestas correctas o favorables para cada una de ellas. Como paso previo a la aplicación del instrumento, se realizó la “prueba piloto” escogiendo al azar a diez sujetos, buscando depurar y resolver dudas sobre los términos del cuestionario. Posteriormente, se levantó el estudio de campo, entre el 03 de abril y el 15 de mayo de 2006.

En la aplicación se utilizó la encuesta *autoadministrada*, el cuestionario proporcionado directamente a los habitantes correspondientes, quienes lo contestaron y ellos mismos marcaron las respuestas, todo esto con la ayuda de entrevistadores (*Ibid*: 291-292). Durante la aplicación del cuestionario se consideró la *observación no participante* para conocer los sucesos y acontecimientos que se

desarrollan en el entorno natural donde habitan los sujetos, ya que los investigadores no se involucraron directamente con los sujetos observados, ni se hicieron partícipes de las actividades que se desarrollaron.

En el trabajo de gabinete se llevaron a cabo los análisis cuantitativos, organizándose la información sobre *tablas de concentrados*; posteriormente se relacionaron, utilizando un estudio estadístico sobre los datos obtenidos. Este estudio se enfoca principalmente en el análisis estadístico de *distribución de frecuencias*, principalmente para conocer el valor de las variables en un conjunto de puntuaciones ordenadas en las respectivas categorías que se establecieron (Wayne, 1984:193) y que tienen relación con la percepción de conocimientos, actitudes y valores. Para ello se consideró a la población en un primer análisis y posteriormente en un segundo análisis, las variables sociodemográficas: *composición específica de los géneros, edades, nivel educativo, ingresos económicos y la ubicación geográfica de la vivienda*, todos con respecto a su posición frente a los riesgos socioambientales.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Identidad cognitiva en la población: con base en los resultados de la percepción de los habitantes sobre los riesgos socioambientales en Mazatlán, se establece que de un total de 35,644 reactivos de la categoría conocimientos, éstos tan sólo aparecen en 13,944 opiniones, mientras que 21,700 no tienen conocimientos del problema, lo que representa el 39.1 % y 60.8 %, respectivamente. Con respecto a la categoría actitudes, donde se registran 25,460 reactivos, 9 466 tienen actitudes favorables ante un riesgo socioambiental y 15,944 no las tienen, equivaliendo al 37.1 y 62.8 %. Por último, en la categoría de valores, de los 8,911 reactivos, 3,006 tienen valores favorables y 5,911 no tienen, correspondiéndoles el 33.3 y 66.7 % (Cuadro 1).

Cuadro 1. Frecuencia relativa de la percepción de los habitantes sobre los riesgos socioambientales en Mazatlán, Sinaloa.

	Categoría					
	Conocimiento		Actitud		Valor	
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
Tiene	13944	39.1	9466	37.2	3006	33.3
No tiene	21700	60.9	15994	62.8	5911	66.7
Total	35644	100	25460	100	8911	100

Las variables sociodemográficas ante el riesgo: en este inciso se abordan las relaciones que existen entre variables sociodemográficas, factores contextuales físicos, el conocimiento y el comportamiento de los sujetos ante el riesgo. Las variables demográficas consideradas se clasificaron en diferentes tipos: algunas son de naturaleza biológica, como el *género* y *edad*; otras reflejan naturaleza cultural como es la *educación*; y hay una clasificación socioeconómica, representada por el *ingreso económico* y la *ubicación de la vivienda*. En general, las variables demográficas dividen a las personas en grupos y se asume que éstos caracterizan una conducta similar entre sus integrantes o un comportamiento diferentes.

La relación entre *género, edad, educación, ingresos económicos y ubicación de la vivienda* es algo débil significativamente. En ese sentido, el *género* no obtuvo diferencias significativas entre *hombres* y *mujeres* en las categorías referente a riesgos. Aunque los resultados muestran a las *mujeres* ser ligeramente más concedoras de los riesgos (1.39 puntos de contraste) que se les presentan, y además de tener mejores actitudes favorables (1.77 puntos) que los *hombres*, aunque la diferencia es muy pequeña, en contraste con la mínima diferencia que los *hombres* obtuvieron en los valores (0.95 puntos) con respecto a las *mujeres* (Cuadro 2). Lo anterior pudiera contribuir a argumentar que las mujeres presentan afectos más positivos y sentimientos intensos; aún cuando no existen diferencias significativas entre *hombres* y *mujeres* respecto a las categorías estudiadas, pero la prevención o protección de sus bienes

materiales y físicos es más frecuente en las *mujeres* que entre los *hombres*.

Cuadro 2. Frecuencia relativa de los riesgos socioambientales de los habitantes en Mazatlán, Sinaloa.

Variables sociodemográficas		Porcentaje		
		Conocimiento	Actitudes	Valores
Género	Femenino	37.6	37.8	29.0
	Masculino	36.2	36.1	30.0
Edad	Adulto joven	34.4	36.5	27.3
	Adulto maduro	38.5	38.6	31.1
	Viejo	40.2	36.5	32.4
	Anciano	36.6	34.1	28.7
Nivel educativo	Sin estudio	29.9	35.6	24.5
	Primaria	32.6	34.5	24.1
	Secundaria	36.2	37.1	26.2
	Preparatoria	37.7	37.3	29.9
	Universitario	43.5	39.6	38.1
	Posgrado	42.0	43.9	41.9
Ingresos económicos	Labores hogar	37.3	38.4	28.2
	Desempleado	34.0	35.6	29.1
	Nivel 1	37.3	36.7	29.4
	Nivel 2	43.6	45.5	45.8
	Nivel 3	62.0	42.1	62.2
	Nivel 4	45.7	25.9	35.5
	Nivel 5	42.1	34.3	59.2
Nivel 6	36.0	34.7	24.8	
Ubicación de la vivienda	Popular	35.7	37.4	26.2
	Media	37.1	35.8	30.1
	Residencial	43.9	41.2	41.7
Total		39.1	37.2	33.7

Es posible que las *mujeres* reciban menor información que los *hombres*, sin embargo, parece que desarrollan una mayor afectividad por los problemas del entorno y actúan en consecuencia, cuidándolo más para evitar riesgos. Esto es, tal vez, porque en los datos de la investigación, la mujer se dedica en la mayoría de los casos a labores del hogar, asumiendo un papel más responsable en la crianza y educación de los hijos, probablemente por eso también manifiesta mayor preocupación por sus riesgos. Tal vez sea por esa situación que presentan una mayor disposición para defender el entorno natural, en comparación con los hombres.

El *género masculino* tiende a ser más proclive a conductas individualistas y agresivas, es posible que la crianza diferencial haga que los *hombres* se encarguen más de las funciones públicas o culturales como la política, los negocios y la ciencia (Davidson y

Freudenburg, 1996, en Orduña Cabrera *et al.*, 2002: 101). Aunque Davidson y Freudenburg “aseguran que la separación de actitudes *femeninas* y *masculinas* tiende a desaparecer por la fragmentación de la familia tradicional y la incursión creciente de las *mujeres* en el mercado laboral” (*Ibid*:101). Las actitudes del género en relación con el ambiente, podría ser un elemento positivo, independientemente de la *edad*, *ingresos* y nivel de *escolaridad*, para enfrentar la crisis de la problemática ambiental que genera permanentemente inseguridades.

Respecto a la *edad*, se observa una tendencia a incrementar la evaluación conforme aumentan los años, siendo sus relaciones significativamente proporcionales, pero muy bajas. Cabe destacar que en conocimientos asciende 5.86 puntos de diferencia al pasar del grupo de *adultos jóvenes* (18-35 años) a *viejos* (50-65 años) y éste cae 3.66 puntos en los *ancianos* (más de 66 años). En relación a las actitudes, las diferencias son menos evidentes: 2.09 puntos de diferencia entre el grupo de *adultos jóvenes* a *adultos maduros*, empezando a descender 4.53 puntos hasta los *ancianos*; lo mismo pasa con los valores, donde se advierte una diferencia de 5.09 puntos entre el valor más alto de los *viejos* con respecto a los *adultos jóvenes*, y desciende 3.64 puntos de los *viejos* a los *ancianos* (Cuadro 2).

Considerando el *nivel educativo* como variable muy importante en la valoración de las categorías, se observa en la percepción de riesgos una tendencia a incrementar sus grados conforme aumenta la escolaridad, destacando sobre todo en el *nivel superior*. La tendencia observa 13.51 puntos de diferencia en el conocimiento entre las personas *sin estudio* y los *universitarios*, decayendo 1.42 puntos al *posgrado*; en las actitudes tiende a incrementarse 8.37 puntos desde los *sin estudio* a *posgrado*; y en los valores ocurre similar incremento, 17.38 puntos (Cuadro 2). En otros términos, a mayor *escolaridad* es posible que predomine un conocimiento más consistente.

Al considerar el *nivel de ingreso*, dividido en ocho segmentos, se presenta una tendencia ascendente en la evaluación de las categorías, siendo la del conocimiento donde se observan 24.64 puntos de diferencia entre la evaluación de los sujetos que *no perciben ingresos (labores del hogar)* a los sujetos de mayor ingreso (*nivel 3*), descendiendo 25.94 puntos al *nivel 6*. Para la categoría actitudes se presenta un contraste de 7.15 puntos entre *labores del hogar* y el *nivel 2*, decayendo 10.77 puntos hasta el *nivel 6*; referente a los valores, la diferencia es de 34 puntos, desde *labores del hogar* y el *nivel 3*, descendiendo 37.45 puntos hasta el *nivel 6*. Las semejanzas entre el ingreso y las variables objetivas fueron significativas, pero muy bajas para todas ellas (Cuadro 2).

Los valores bajos en los sujetos que tienen los *ingresos* más altos, plantea la reflexión en cuanto a la literatura existente acerca de la relación ambientalismo-ingresos, en donde se señala, que “los individuos más favorecidos económicamente son los que tienen más orientaciones proecológicas” (Orduña Cabrera *et al.*, 2002:103). Lo anterior revela que también las personas de bajos *ingresos económicos* pueden ser conscientes de los problemas ambientales y los riesgos que representan, pero los sujetos de mayores ingresos pueden y parece, en teoría, hacer algo para enfrentar la problemática de la construcción del riesgo, aunque dentro del planteamiento lógico se señale que a mayor ingreso se asocia un mayor esfuerzo de conservación y prevención, situación que no se ve reflejada en la realidad, cuando menos en el caso de la investigación aquí analizada.

Por lo que hace a las variables *educación e ingresos económicos*, se ha observado que tal vez permite incrementar las posibilidades de hacer cosas y ser alguien en la vida, conformando valoraciones de los sujetos con relación a dichas capacidades de tipo objetivo, el estudio en estas dos variables muestran afinidades en que pueden poseerse más conocimientos, actitudes y valores favorables. En la medida en que estas relaciones se

establezcan, los sujetos percibirán de distinta manera, porque tienen la posibilidad de ubicar su vivienda en lugares con mejor acceso a los servicios básicos y mejores condiciones en su hábitat. Por el contrario, los sujetos de bajos ingresos y con menor grado académico, estarán más expuestos a las amenazas.

Conforme avanza la *edad*, la calidad de vida de quienes habitan viviendas en zona residencial se va incrementando a través de la acumulación de ingreso monetario que da seguridad a sus habitantes, por lo cual la satisfacción por su seguridad se incrementa y en el caso de una eventualidad, más fácilmente se repone. Esto no sucede en las *clases media y popular*, donde el *ingreso económico* para una buena parte de la población no es suficiente, el desempleo es alto, así como los ingresos están cada vez más devaluados. La situación económica de las personas mayores no está asegurada y para los que si está, la retribución económica de su pensión o jubilación no se equipara con lo que obtenían durante su vida laboral activa, aunado a que el poder adquisitivo va disminuyendo por causas de la inflación.

No se observa que los habitantes de las zonas *residenciales*, por haber accedido a un mayor nivel educativo, sean más conscientes y manifiesten mayor preocupación por el uso irracional de los recursos naturales, proceso que afecta su entorno natural y que en algún momento representará un riesgo, aunque la percepción sea que ese tipo de problemas no les afecta a ellos. Sin embargo, hay sujetos de esta clase social que no han satisfecho su voracidad en el uso de suelo y la explotación de recursos, dándole prioridad a sus intereses para construir viviendas o desarrollos inmobiliarios en los márgenes de los ecosistemas acuáticos, aún cuando su destrucción represente una amenaza.

CONCLUSIONES

En síntesis, se presenta una tendencia de evaluación ascendente en las categorías estudiadas, al analizarlas según el *género*,

edad, escolaridad, ingresos y ubicación de la vivienda. Con el análisis de las variables se evidencia interés por incrementar el saber sobre riesgos, aunque las asociaciones entre las variables sociodemográficas son significativas todas ellas, resultaron débiles; únicamente es posible considerar al *nivel educativo* como “fuerte”, lo que reafirma su importancia para la construcción de conocimientos.

Desde la perspectiva cultural es posible explicar el por qué los individuos reportan niveles bajos en las categorías de la percepción; pero en la medida en que ellos están más integrados con su comunidad, les da pertenencia, haciéndolos sentir valiosos y respetando su medio. En este sentido, las relaciones cognitivas y afectivas serán evaluadas por arriba, siendo los niveles de *escolaridad* e *ingresos*, principalmente, los factores que incrementan las relaciones entre la comunidad.

Pero en Mazatlán se detecta una relación débil entre los máximos niveles de *escolaridad* e *ingresos económicos*, con respecto a conductas protectoras del medio ambiente y preventivas contra riesgos. Puede deducirse que las escuelas de *nivel básico* y *superiores* no están cumpliendo con la misión de informar acerca de todos los problemas ambientales, impactos y posibles soluciones en la localidad. El problema es grave, pero no sorprende, ya que la educación tiene un papel enormemente conservador y contribuye poderosamente a mantener el orden social, haciendo que la sociedad cambie lo menos posible con el sucederse de las generaciones (Coll *et al.*, 1988:31).

Mientras continúe el tipo de educación conservadora y tradicionalista, y no se dé prioridad a una visión constructivista e integradora, será imposible que los habitantes de Mazatlán en su gran mayoría lleguen a tener conocimientos básicos para poder impedir la construcción social del riesgo, actitudes protectoras de sus entornos naturales y no se diga en valores, lo que retardará el avance en las formas de organización social y la realización de acciones para mitigar los

riesgos y enfrentar la vulnerabilidad construida socialmente.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la Universidad Autónoma de Sinaloa, ya que la investigación contó con el apoyo financiero de su Coordinación General de Investigación y Postgrado, clave PROFAPI-06-156. También es necesario reconocer el importante estímulo económico que los drs. José Luis Beraud Lozano y César Covantes Rodríguez, reciben del Sistema Nacional de Investigadores, apoyo que contribuyó a solventar parte de los gastos realizados para profundizar en una investigación más exhaustiva que tuvo como meta la publicación del libro (en prensa), titulado: *Estrategias socioculturales para la mitigación de riesgos en Mazatlán*.

LITERATURA CITADA

- Coll, César *et al.* (1988), “Un marco de referencia psicológico para la educación escolar; la concepción *constructivista* del aprendizaje y de la enseñanza”, Alianza, Madrid, pp. 28-44.
- Hernández-Sampieri, Roberto *et al.* (2000), Metodología de la investigación, McGraw-Hill Interamericana, México, 474 pp.
- Orduña-Cabrera, Virginia *et al.* (2002), “Relación entre variables demográficas, variables contextuales, conocimiento ambiental y el ahorro del agua”, en Corral Verdugo, Víctor (coordinador), Conductas protectoras del ambiente. Teoría, investigación y estrategias de intervención, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y Universidad de Sonora, México, pp. 99-115.
- Wayne W., Daniel (1984), Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud, Editorial Limusa, México, 478 pp.

SUBJETIVIDAD Y MIGRACIÓN: REDES SOCIALES Y BIENESTAR EN INDÍGENAS MIGRANTES A VILLA JUÁREZ, NAVOLATO, SINALOA

Mario Carranza Aguilar^{1*}, Angélica Cárdenas Zambada¹, Ángel Retana Buitimea^{1a} y Ricardo Elenes García^{1a}.

¹Facultad de Psicología, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán de Rosales, Sinaloa, México.

^{1a}Alumnos del Modulo Social de Practicas Psicológicas de la Facultad de Psicología, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán de Rosales, Sinaloa, México.

*mariocarranzaaguilar@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

En las últimas tres décadas, los jornaleros agrícolas migrantes, en su mayoría indígenas de Oaxaca, Guerrero y Chiapas, han jugado un papel muy importante en el desarrollo de las grandes zonas agrícolas en el Noroeste del país, principalmente en Sinaloa, Sonora y Baja California Norte y Sur. El Tratado de Libre Comercio ha incrementado la demanda de mano de obra, pero las condiciones de trabajo y vida para los trabajadores agrícolas han empeorado, toda vez que las empresas que los contratan intentan lograr mayor competitividad internacional reduciendo costos salariales y flexibilizando la fuerza de trabajo (Scrimshaw S. 2004); El crecimiento de la actividad agrícola requiere miles de trabajadores para la preparación y levantamiento de la cosecha, por lo que se aprovechan de la mano de obra de los indígenas que migran de sus comunidades en busca de una mejor forma de vivir. Las personas que migran lo dejan todo: pertenencias materiales, amigos y en ocasiones, familia. Tienen por tanto, pérdidas emocionales y materiales (Botinelli C. 1994). Cuando llegan al lugar nuevo tratan de formar una nueva red social de apoyo, la cual puede ser difícil de integrar, ya que la mayoría de las personas que cuentan en su lugar de origen con una red social muy sólida, tienden a extrañarla y deprimirse. La red social es un recurso potente para hacer frente a problemas y necesidades, que las personas tienden a organizar a lo largo de su vida, es un soporte que va desde lo psicológico, físico, hasta lo material (Barrón 1998). De ahí la importancia de comprender su papel y el de otros factores psicosociales asociados al proceso de

construcción subjetiva de la migración y al ajuste psicosocial de los migrantes indígenas a villa Juárez, Navolato, Sinaloa, así como su impacto en su bienestar social y calidad de vida.

MATERIALES Y MÉTODOS

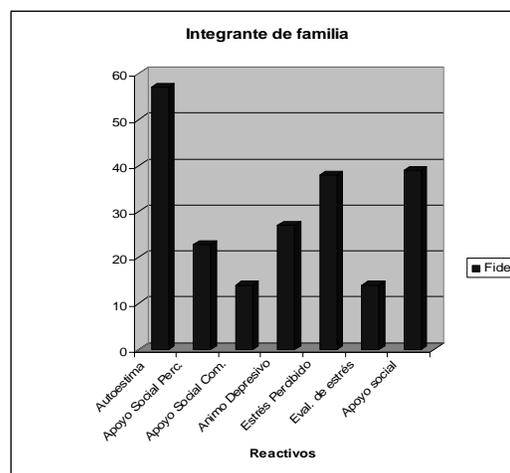
Esta investigación se llevo a cabo en Villa Juárez en el municipio de Navolato, Sinaloa. Esta es una comunidad rural ubicada en el corazón agrícola del valle de Culiacán a 22 Km de la capital del estado de Sinaloa. Se inicia en 1946 como asentamiento humano para las familias desalojadas de la presa Sanalona con el nombre de Campo Gobierno. En 1972 se convierte en Sindicatura de Villa Benito Juárez, está formada por 4 comisarías y 30 colonias en la cabecera. Está asentada en una superficie de 9.3 has y, aunque de manera irregular, cuenta con la mayoría de los servicios públicos. Su población es multicultural y multiétnica, sus habitantes provienen de 24 estados de la República Mexicana y de 6 grupos indígenas diferentes. Cuenta con casi 30,000 habitantes permanentes y hasta 100,000 en temporada de siembra y cosecha de hortaliza. La zona agrícola de Villa Juárez es de las más productivas del país, la mayor parte de propiedad privada, está orientada a la exportación, con alta tecnología y una alta demanda de mano de obra para jornaleros agrícolas migrantes del país. Aquí coexisten formas de vida urbana y rural, así como tradiciones y valores múltiples que se reflejan en diversas formas de contraste cultural, social y económico. En este contexto, se ha configurado de forma ascendente un grave deterioro del tejido social que se expresa en discriminación y violación a los derechos

humanos y en la presencia de una problemática psicosocial que se expresa en altos índices de violencia intrafamiliar y adicciones. Frente a esto la Facultad de Psicología de la UAS desarrolla desde el año 2001 el proyecto “Intervención Psicosocial y Comunitaria en Villa Juárez, Navolato, Sinaloa”, con el propósito de incidir en la problemática de salud enfermedad de esta sindicatura y construir desde la práctica un modelo que privilegie la promoción y el mantenimiento de la salud para crear una nueva cultura a partir de acciones psicosociales que incentiven la participación comunitaria y se oriente a la construcción de una red de grupos saludables. Este proyecto es una propuesta de Intervención que parte del reconocimiento de la íntima relación que existe entre los procesos psicosociales, el contexto sociocultural y los comportamientos ligados al proceso salud-enfermedad. Participan en él, estudiantes del último año de la licenciatura en Psicología de la UAS y prestadores de Servicio Social. A la fecha, se mantiene un vínculo de colaboración con organismos civiles y no gubernamentales de la Sindicatura de Villa Juárez, Navolato, Sinaloa (Comisión de Derechos Humanos de Villa Juárez, Frente Indígena Mixteco, etc.) y con las autoridades e instituciones municipales (sindicatura, escuelas y centros de salud). Hasta este momento se han realizado diversos programas de intervención psicosocial con los distintos sectores de villa Juárez y se han concluido una serie de investigaciones que nos han permitido ampliar el conocimiento sobre la problemática de salud y bienestar de la comunidad. En este caso particular a partir del Modelo de Bienestar de Lin y Ensel (1989) que señala que este es el resultado de dividir la cantidad de estresores sobre los recursos, se realizó un estudio exploratorio, transversal, descriptivo de corte cuantitativo y con orientación participativa con 44 Indígenas hombres y mujeres mayores de edad que viven en villa Juárez y que pertenecen a los siguientes grupos étnicos: mixteco bajo, mixteco alto, mixes, triques, zapoteco alto y zapoteco bajo. Para obtener información se utilizó un conjunto instrumentos de medición estandarizados que permiten la valoración de la

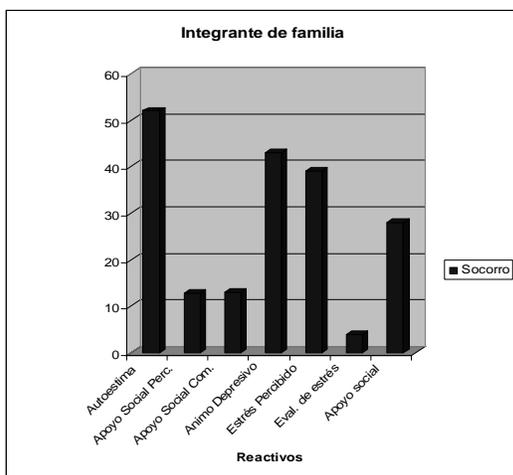
autoestima, el ánimo depresivo, el estrés percibido, el apoyo comunitario, el riesgo psicosocial y el apoyo social percibido (Musitu G. 2000). La aplicación de los instrumentos se realizó en las viviendas de las personas (cuarterías, campo Sn. Nikos y albergue de SEDESOL). A la mayoría se les leyó la pregunta y se profundizó sobre la respuesta, Se codificaron las respuestas y se evaluó de acuerdo a parámetros generales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

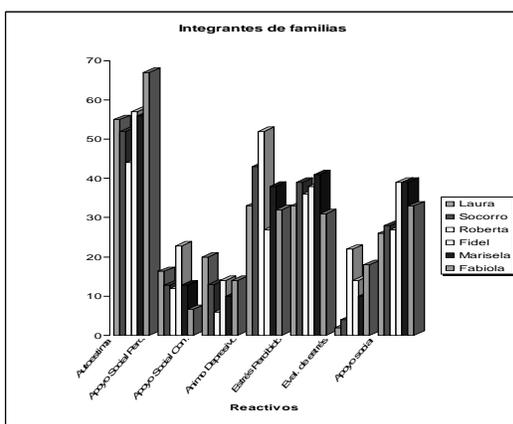
Para observar el comportamiento de las variables, se presentan inicialmente los resultados individuales de dos migrantes: el primero, un hombre mayor de edad, jornalero agrícola, padre de familia y de origen mixteco; el segundo, mujer, mayor de edad, jornalera agrícola, madre de familia y de origen zapoteco. En seguida se presentan los resultados agrupados del conjunto de personas evaluadas.



Caso 1. Migrante con alta autoestima aunque con tendencia a la depresión, sobre todo en las situaciones que se le salen de control porque le causa desequilibrio emocional. El apoyo social percibido y comunitario se presenta con desvaloración y falta de adaptación y comunicación, aunque se ve que busca la adaptación, se dificultan las relaciones sociales.



Caso 2. Migrante con autoestima alta, con buena imagen personal interesándose en su salud y bienestar. Niveles altos en ánimo depresivo y en estrés percibido aun cuando su evaluación cuenta recursos positivos. La percepción de apoyo social y comunitario es baja, de forma tal que no puede expresar debidamente sus sentimientos y emociones en sus relaciones sociales. No hay confianza en sistemas formales e informales.



Las personas evaluadas tienen una elevada autoestima, en tanto que sus necesidades elementales y básicas están cubiertas. Sin embargo, su apoyo social percibido y apoyo social comunitario son bajos y reflejan carencias en las relaciones de convivencia con los demás. Viven encerrados en sus relaciones familiares, no interactúan fuera de su círculo afectivo y por ello aparecen trastornos en su estado de ánimo agudizados por los problemas intrafamiliares.

CONCLUSIÓN

Se encontró una relación directa y proporcional entre el nivel apoyo social percibido y comunitario y el de ánimo depresivo de la población evaluada. No obstante que existe una autoestima alta centrada en factores de desempeño, las personas que están menos integradas y que participan poco en la comunidad presentan altos puntajes en su ánimo depresivo. De ahí que su bienestar y ajuste psicosocial sea limitado. Se sugiere para mejorar el bienestar psicosocial de los migrantes evaluados, lo siguiente:

Promover proyectos de fortalecimiento de la convivencia.

Aprovechar la red social y el soporte cultural interétnico para desarrollar mejores procesos de ajuste psicosocial.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Autónoma de Sinaloa que a través de la Coordinación General de Investigación y Posgrado, proporciona el apoyo para esta investigación, implementado vía la Convocatoria 2006 del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación.

LITERATURA CITADA

- Barrón A. (1998), Apoyo social, México, Siglo XXI.
- Bottinelli, C. coord. (1994), Migración y salud mental, México, Editorial, ILEF, & Rádda Barnen.
- Musitu G. (2000), Evaluación de estresores y recursos psicosociales en la comunidad, España, Ed. Síntesis.
- Scrishaw S. (2004), Procedimientos de asesoría aápidia en migración, Centro de Estudios Latinoamericanos, UCLA, USA.

EMPRESA Y AGRICULTURA DE EXPORTACIÓN EN EL NOROESTE DE MÉXICO. HISTORIA ECONÓMICA Y TENDENCIAS ACTUALES

Cooresponsables: dr. Mario Cerutti (UANL) y dra. Ma. Eugenia Romero (UNAM).

Colaboradores: Gustavo Aguilar Aguilar (UAS); Rigoberto Arturo Román Alarcón (UAS); Ramón Martínez Huerta (UAS); Eduardo Frías Sarmiento (UAS), Ma. de Jesús López López (UAS); Gustavo Lorenzana Durán (UNISON), Juan José Gracida Romo (INAH Sonora); Roberto Escalante (UNAM); Pedro Villezca (UANL); Ramón Guajardo (UANL).

Duración del proyecto: 2006

Fuentes de Financiamiento: CONACYT (U42007H), ProPAFI-UAS 2002 y recursos PIFI para Cuerpo Académico de Historia económica social.

PRESENTACIÓN

A través de la formación de un equipo de investigación de alto nivel, interinstitucional e interdisciplinario, formado en su mayoría por miembros del SNI y con la colaboración de tesis de posgrado y licenciatura, nos propusimos avanzar en el establecimiento de líneas de trabajo que nos permitieran tener un mayor rendimiento y eficiencia en el estudio de la actividad agrícola empresarial en la región biestatal de Sinaloa y el sur de Sonora, para profundizar en el establecimiento de una explicación histórica y teórica de las formas cambiantes de las empresas tradicionales y modernas, acentuando, sobre todo, la evolución de las mismas en función de la existencia de tejidos empresariales en zonas o distritos agrocomerciales.

Lo anterior, sin dejar de lado lo relativo al funcionamiento de las empresas agrícolas de exportación y su relación con la economía en el ámbito de la dinámica de los mercados tanto nacional como estadounidense. Finalmente, esto referido siempre al marco institucional, constituido por las condicionantes de las normas políticas, legales y conductuales del desempeño empresarial. Lo anterior, por cierto, escasamente estudiado por la historiografía económica nacional.

Nos fijamos como objetivo principal: estudiar la agricultura de exportación y la empresa hortícola en Sinaloa y el sur de Sonora desde una perspectiva histórica y actual que nos permitiera determinar las características de su comportamiento de 1920

a 2004 y observar los cambios generados por el nuevo papel que juega la agricultura a partir de los noventa y sus efectos sobre las actividades de exportación y las empresas hortícolas

Como hipótesis principal sostuvimos la siguiente: la formación de verdaderos nichos de desarrollo empresarial en Sinaloa, ubicados en el sector agrícola, se logró por la permanencia de agricultores ubicados en una de las actividades más dinámicas de la economía estatal, la hortofruticultura de exportación, y esto los obligó históricamente a estar en contacto con el mercado norteamericano, conocer y emplear los últimos adelantos de la tecnología agrícola y mantener un espíritu de innovación que les permitió competir internacionalmente.

La pertinencia de una investigación de esta naturaleza se revela en el hecho de que Sinaloa es un estado fundamentalmente agrícola y tiene como sector más dinámico a la agricultura de exportación, la cual, a través del siglo XX, mostró su alta capacidad para generar divisas y competir exitosamente en el mercado hasta la fecha

Hay que aclarar que el apoyo que se logró del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación (PROPAFI) para el 2006 fue complementario a lo aprobado por CONACYT (42007H), y jugó un papel importante pues el apoyo externo estaba programado para terminar en marzo de ese año. Así que logramos contar con recursos para finalizar el proyecto general.

MÉTODO

Este proyecto se ubica en dos campos de estudio. El primero de ellos es la Historia económica, tanto de empresas como empresarial; el segundo en el campo de la economía contemporánea. Esta situación define sus aspectos metodológicos y teóricos fundamentales.

Así, la reconstrucción histórica de los negocios en la agricultura de exportación del noroeste de México, y su análisis, implicó el uso de herramientas metodológicas como los análisis histórico, comparativo, estadístico y teórico. Con el primero se logró rastrear los cambios que sufrieron las empresas y la actividad económica señalada a través del tiempo, detectando las continuidades y sobre todo, los momentos de cambio, con el segundo se logró un estudio comparativo entre las diversas empresas seleccionadas (chicas, medianas y grandes), para ello nos basamos en fuentes primarias y secundarias, así como en entrevistas y encuestas. Como los análisis estadísticos requerían de una amplia base de datos, fue necesario recopilar información suficiente para validar las hipótesis manejadas, sobre todo que muchas variables fueron de índole cuantitativo.

El análisis económico se efectuó mediante la construcción y utilización de un modelo de equilibrio espacial con precios endógenos, con el cual se estudió a las hortalizas más destacadas que se cultivan en el noroeste, con énfasis en el tomate, y de acuerdo con el valor de la producción. También se consideró de suma importancia analizar el impacto económico de la apertura comercial tanto en el ámbito sectorial como de producto. Además se analizó la formación histórica de tejidos productivos y sistemas productivos locales, así como nichos de desarrollo empresarial, cambio tecnológico y cadenas globales de valor, a través de una amplia revisión bibliográfica y archivística.

RESULTADOS

En lo relativo al estudio de la historia económica de la agricultura de exportación terminamos la revisión bibliográfica y estadística de la información que localizamos sobre el periodo estudiado. En los hechos no nos limitamos al estudio del cultivo, producción y exportación del tomate, sino que lo ampliamos a otras hortalizas y cultivos, como la caña de azúcar en el norte de Sinaloa y el mango en el sur de la entidad, así como el garbanzo en el sur de Sonora; de tal forma que logramos contar con un panorama más completo de lo que denominamos agricultura comercial y esto nos permitió enfocar la investigación con una visión más completa de la región biestatal, observando especialmente la formación de tejidos empresariales, concentrados territorialmente, que dieron lugar a la constitución de sistemas productivos localizados en los valles del Yaqui, Mayo, El Fuerte-Ahome y Culiacán-Navolato. Para el análisis histórico de esta región partimos de un amplio antecedente que comprendió desde el Porfiriato a la Revolución, a su vez dividimos el periodo posterior en diversas etapas, abarcando desde la tercera década del siglo XX hasta los ochenta.

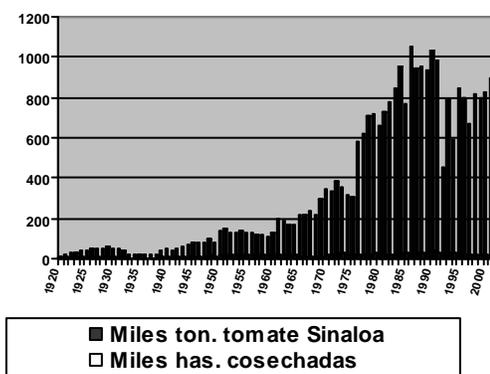


Figura 1. Evolución histórica de la producción de tomate en Sinaloa.

En el estudio de las tendencias más actuales del sector agroexportador, logramos un avance importante que incluye, además del funcionamiento económico y empresarial del sector desde mediados de los años ochenta,

una indagación de las hortalizas más destacadas que se cultivan en el noroeste, con especial énfasis en los cambios tecnológicos que se han suscitado en esta actividad, tanto en el terreno de la producción en el campo, como en su empaqueo y distribución. Cabe destacar que en la investigación incorporamos conceptualizaciones recientes que nos llevaron a comprender y explicar el comportamiento de esta actividad en los últimos lustros, para ello recurrimos al estudio de las cadenas globales de valor y determinamos la existencia de una cadena hortícola que articula la actividad productiva de los campos agrícolas y sus empaques, con todo el proceso de distribución y comercialización que se lleva a cabo a través de Nogales, Arizona, se extiende a gran parte de la geografía de los Estados Unidos de Norteamérica y llega incluso hasta Canadá. También se utilizaron modelos de equilibrio espacial con precios endógenos que nos permitieron contar con una prospectiva del comportamiento de las hortalizas ante cambios en el mercado, por ejemplo, con la entrada de China a la Organización Mundial de Comercio.

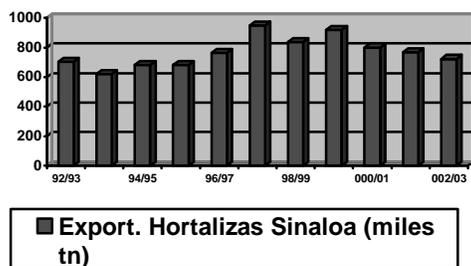


Figura 2. Comportamiento de las exportaciones de hortalizas (1992-2003).

Sobre el análisis de la empresa y empresarios agrícolas logramos, a través de una exhaustiva revisión bibliográfica, trabajo de archivo y trabajo de campo, avanzar en aspectos tales como el comportamiento de la natalidad de las agroempresas y la elaboración de una tipología de las diversas empresas que se fueron conformando en cada una de las etapas del desarrollo económico de la región, junto con información estadística y empírica

sobre su número, localización, propietarios, producción, etc. También avanzamos en la indagación del impacto que tuvo la agricultura sobre la formación de ciudades y para ello retomamos el concepto de agrociedad, aplicándolo al caso de Ciudad Obregón, Sonora y de otras poblaciones importantes del noroeste del país, como Culiacán y Los Mochis, Sinaloa.

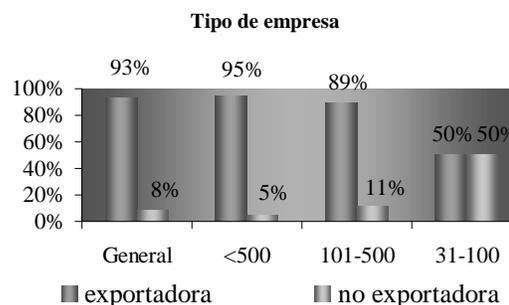


Figura 3. Tamaño y tipo de empresa en el valle de Culiacán.

De finales de 2005 a finales de 2006 organizamos tres seminarios regionales denominados “Empresa y agricultura de exportación en el Noroeste de México” y un Coloquio Internacional. En estos eventos los integrantes del proyecto presentamos más de 30 ponencias de los avances de las investigaciones. Los responsables del mismo llevamos trabajos a tres eventos internacionales, además se presentaron otras quince ponencias en distintos actos académicos de carácter regional y nacional.

En la formación de recursos humanos se logró avanzar en la presentación de una memoria del servicio social y cuatro tesis adscritas al proyecto (tres de maestría y una de doctorado).

En materia de publicaciones elaboramos un libro colectivo denominado *Agricultura comercial, empresa y agrociedades en el Noroeste de México*, y treinta trabajos publicados como artículos *in extenso*, artículos de revista y capítulos de libro. A su vez ya se tienen los trabajos para el segundo libro intitulado *Empresa y agricultura comercial en el Noroeste de México. Historia y tendencias actuales*, está en proceso de edición con la

UNAM y reúne diez contribuciones de integrantes del proyecto.

En el trabajo de campo se aplicaron dos cuestionarios directamente en las empresas agrícolas, se entrevistaron a algunos empresarios y funcionarios relacionados con la agricultura de exportación y comenzamos una base de datos, histórica y actual, para cada una de las empresas que se dedican a la exportación de productos agrícolas. Uno de los archivos que más se trabajó es el del Registro Público de la Propiedad, también se obtuvo información del Archivo de la Pequeña Propiedad, del Archivo Histórico General de Sinaloa, el Archivo Histórico de Sonora y parcialmente de algunos municipios. En la ciudad de México se recopiló información de varias bibliotecas y archivos.

La labor realizada en los archivos, las entrevistas y las encuestas han permitido que los resultados del trabajo cuenten con mayor originalidad y aporten conocimientos nuevos en un tema que no había sido suficientemente estudiado. También ha puesto de manifiesto la necesidad de avanzar en nuevas investigaciones que profundicen en el estudio de la demografía empresarial en su conjunto (y no sólo agrícola), el funcionamiento actual de los sistemas productivos locales y el entramado de los tejidos empresariales, así como su comparación con otras experiencias nacionales e internacionales, en pocas palabras, realizar estudios más globales de la economía regional de forma más comparativa y con enfoques teóricos recientes, como lo hicimos en particular con la empresa y la agricultura comercial.

proyecto. Por todo esto queremos hacer patente nuestro profundo agradecimiento.

AGRADECIMIENTOS

Las metas originales del proyecto se alcanzaron y en algunos casos se superaron y esto fue posible en primer lugar por el apoyo económico de Profapi (Convocatoria 2006) que complementó adecuadamente el apoyo de CONACYT, pero también por la disposición del personal de la UAS que administró el

LA TOMA DE DECISIONES EN LAS PyMES SINALOENSES DEL SECTOR INDUSTRIAL

Lucía Cereceres Gutiérrez*. Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma de Sinaloa. Calle Toronjas 1995, Fracc. La Campiña, C.P. 80060, Culiacán, Sinaloa. Teléfono (667) 7-16-03-29. luciacereceres@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En esta ponencia se presentan los resultados más importantes de la investigación "La toma de decisiones en las PyMES sinaloenses del sector industrial", realizada por la autora y un equipo de colaboradores (profesores y alumnos), todos ellos adscritos a la Facultad de Contaduría y Administración de la UAS. La importancia de este estudio radica en que los hallazgos nos permiten conocer más de cerca organizaciones sinaloenses, ya que la escasa investigación (Barba y Solís 1997) de las mismas favorece que se tomen como referentes de éxito organizacional empresas ubicadas en el extranjero, que se desenvuelven en ambientes económicos muy distintos al nuestro y que, a veces tratamos de imitar sin percatarnos de las diferencias culturales entre los países. En ese sentido este estudio presenta un análisis de empresas ubicadas en nuestra región, con el ánimo de mostrar algunas de sus características más importantes.

MARCO TEÓRICO

En lo referente a las bases teóricas que sustentaron esta investigación, realizamos una extensa revisión bibliográfica, entre los autores más importantes podemos señalar (Bianchi y Lee millar, 1999; Borboa, 2004, Borboa *et al.*, 2006; Castillo, 2004; Castillo, 2005; Castillo, *et al.*, 2005; Cereceres, 2004; Cereceres Gutiérrez *et al.*, 2005; Daft, 2004; INEGI Censos económicos 2004; Jennings y Stuart Wattam, 1996; Rodríguez, 2004; Rodríguez, *et al.*, 2006 y Simon, 1979).

Abordamos el estudio de las PyMES, mostrando sus características e importancia en la economía y el empleo tanto regional

como nacional. De igual manera revisamos las principales concepciones administrativas sobre toma de decisiones, así como su proceso, modelos y herramientas.

METODOLOGÍA

En lo que respecta al aspecto metodológico, la pregunta central de investigación que guió estos trabajos dice: *¿Cuáles son las características de las empresas afiliadas a Canacintra-Culiacán, qué elementos distinguen a sus dirigentes y cuáles son los modelos, procesos y herramientas que utilizan en su toma de decisiones los directivos?* para dar respuesta a la misma, utilizamos la metodología de corte cuantitativo. Tomamos como universo de estudio las empresas afiliadas a Canacintra-Culiacán, a partir de las mismas se determinó una muestra de 100 establecimientos, que fueron seleccionados utilizando el *muestreo aleatorio probabilístico*. En lo que respecta los instrumentos de recolección de datos, se elaboraron cuestionarios cerrados de opción múltiple que fueron aplicados por el equipo de investigación en el año 2006. La captura y procesamiento de los datos se llevó a cabo en el programa DyANE (Santesmases 2001).

RESULTADOS

El creciente interés por conocer más acerca de las micro, pequeñas y medianas empresas en las economías de mercado, ha merecido la atención por parte de quienes diseñan e implementan políticas económicas (Peres y Stumpo 2002). La (PyMES) micro, pequeña y mediana empresa desempeñan un papel importante en el desarrollo económico de las naciones. En términos numéricos, este

segmento representa en promedio 95% del total de empresas en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), mientras que en América Latina las cifras oscilan entre 95 y 99%, en México las cifras son similares (INEGI 2004).

Por otro lado, es pertinente señalar que para identificar las PyMES se tomó la clasificación elaborada por la Secretaría de Economía, por ser éste el referente más utilizado en México, sobre todo al momento de solicitar apoyos de la Banca de Desarrollo (ver Cuadro 1).

Cuadro 1. Clasificación de las empresas por la Secretaría de Economía (México).

Número de empleados			
Tamaño	Industria	Comercio	Servicio
Micro	0-10	0-10	0-10
Pequeña	11-50	11-30	11-50
Mediana	51-250	31-100	51-100
Grande	250 en adelante	101 en adelante	101 en adelante

Fuente: DOF (30/12/2002).

En lo referente a los hallazgos de investigación, fueron organizados en cuatro grandes bloques que sirvieron para agrupar el análisis de los resultados. En un primer bloque presentamos la *historia, normatividad y funciones de Canacintra*; en una segunda instancia identificamos las *características que distinguen a las empresas* afiliadas a Canacintra-Culiacán; en un tercer segmento describimos los *elementos que distinguen a los dirigentes de las mismas*; por último, mostramos el *proceso, modelos, formas y herramientas* que utilizan los directivos de estas organizaciones en su toma de decisiones, incluimos también su *forma de planeación y financiamiento*. Todo ello con la intención de mostrar el funcionamiento de empresas sinaloenses, ya que el escaso estudio de nuestras organizaciones genera a veces que tomemos, como referente de éxito empresarial, modelos organizacionales ajenos a nuestra cultura.

A continuación realizamos algunas reflexiones sobre los hallazgos de investigación, mismos que serán mencionados en el orden anteriormente descrito.

Iniciamos señalando que *Canacintra* es una organización de alto impacto social y político en nuestro país, que ha mostrado a lo largo de la historia gran dinamismo y participación; sus orígenes se remontan al año de 1941; fue entonces que surgió de los grandes hombres de empresa de aquel tiempo la necesidad de conformar una agrupación que representara al sector industrial del país y que estuviera integrada por los mismos industriales y para los industriales; una organización en la que se aglutinaran los intereses, objetivos, planes de ese sector de la sociedad, cuando México reclamaba la participación y esfuerzo creativo de aquellos que no dudaron en invertir en el desarrollo del país. Así vio la luz la Cámara Nacional de la Industria de Transformación, logrando consolidar a lo largo de sesenta años una estructura y prestigio, posicionándose como la organización líder en México y en el mundo.

En lo que respecta a las *características de las empresas afiliadas a Canacintra*, encontramos que todos los socios están clasificados como PyMES, ya que únicamente se encontraron cuatro grandes empresas en el directorio de Canacintra.

Un hallazgo desalentador fue el hecho de que las PyMES analizadas muestran en su conjunto una antigüedad mayor de diez años; sin embargo, su permanencia no se asocia con su crecimiento (ver Gráficas 1 y 2).

Lo anterior, pudiera ser el resultado de la carencia de programas gubernamentales que apoyen a este segmento de una manera integral; además, los programas establecidos en la Banca de Desarrollo son poco conocidos por los empresarios en el ámbito nacional (Observatorio PyME 20031). Aquí nos surge una interrogante: ¿Cuáles han sido las causas del bajo desarrollo de este segmento de empresas, y por qué, a pesar de tener una antigüedad mayor de diez años, no se han consolidado?, pudiera ser la falta de

capacitación de sus directivos, la poca planeación formal, el escaso y caro financiamiento, la falta de verdaderos programas de apoyo gubernamental, por mencionar algunas posibles respuestas; sin embargo, estos cuestionamientos dan pauta a futuras investigaciones.

En lo que respecta a los *directivos de las PyMES*, entre sus características más importantes resalta que la mayoría de ellos cuenta con carreras universitarias y que en promedio tienen cincuenta años de edad; en cuanto al estilo de liderazgo destaca la centralización de la autoridad en la toma de decisiones, lo que no favorece que fluya la creatividad entre el equipo de trabajo.

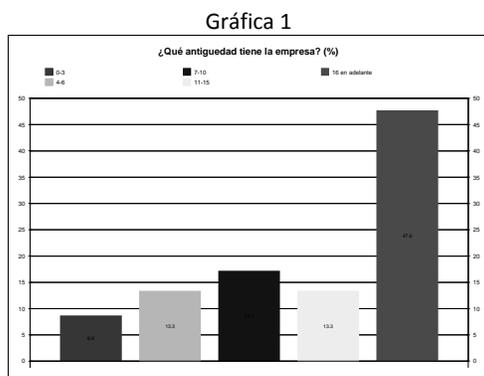
Además, el hecho de que el empresario se encargue de tomar todas decisiones, por más sencillas y rutinarias que éstas sean, no le permite centrar sus esfuerzos en las decisiones estratégicas. Algo que nos llamó mucho la atención fue que los dirigentes empresariales manifestaron que en la empresa tienen implementada la misión y visión; sin embargo, durante la aplicación del cuestionario se observó que en la mayoría de las mismas no estaba publicada. Además, en el análisis que hicimos de la antigüedad, se identificó que las PyMES no han tenido un cambio significativo (considerando el número de empleados) en los últimos diez años. Lo anterior muestra una incongruencia, ya que este segmento ha permanecido estancado, aun con una misión que orientara la conducción de la empresa (Gráficas 1 y 2). Los datos mostrados nos hacen reflexionar, por un lado, en que los entrevistados afirman tener muy claro hacia donde se dirige su empresa (misión y visión), y por otro lado vemos el bajo desempeño de dichas organizaciones en cuanto a su permanencia en el mercado.

Igualmente, encontramos una escasa planeación formal en las empresas; este es otro aspecto que tiene que cambiar; los directivos deben tener presente que contemplar todas las variables posibles en una decisión es una forma de minimizar riesgos; no se pueden seguir manejando estos negocios

tomando en cuenta únicamente la intuición y la experiencia, es necesario, sobre todo, conocer y aplicar herramientas financieras que le sirvan de marco de referencia en su quehacer cotidiano; entre ellas podemos señalar: el punto de equilibrio, razones financieras, porcentos integrales, presupuestos, estados financieros proyectados, por mencionar algunas. Aunque es pertinente anotar que en sus respuestas, muchos empresarios afirmaron utilizarlas.

Si bien es cierto que nuestras PyMES se encuentran en desventaja con respecto a las grandes organizaciones que se han instalado en todo el territorio mexicano, también es cierto que los empresarios tienen la ventaja de conocer mejor el mercado, tienen un trato más directo con los clientes, podemos señalar que son negocios más flexibles, hay que aprovechar esas ventajas competitivas.

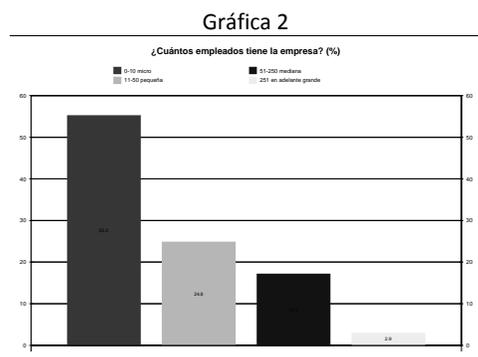
Cerramos los comentarios del cuarto bloque de análisis comentando que, en lo que respecta a la utilización del financiamiento, las empresas investigadas se enfocan principalmente al sector bancario, pudiera ser por desconocimiento de los fondos de apoyo que otorga la banca de desarrollo o por la tramitología que involucra este medio. El resultado es que el financiamiento es poco utilizado por este segmento de empresas; aquí podemos marcar una señal de alerta para los responsables de este tipo de programas, ya que debería existir más divulgación de los mismos. Además, no existen en México políticas de estado que favorezcan en forma integral el desarrollo y permanencia de las PyMES, aunque hay que reconocer que con el actual gobierno federal (2007) se están diseñando nuevos programas y se han destinado recursos muy importantes dirigidos a estas empresas, y hay que esperar los resultados.



Fuente: elaboración propia.

En lo que respecta a la gráfica 1, identificamos que 55.24 por ciento de las empresas afiliadas a Canacintra corresponden a micro negocios, el 24.76 por ciento son pequeños, lo que en su conjunto representan el 80 por ciento, lo anterior nos hace reflexionar sobre la importancia que representan tanto para la economía como para el empleo. De igual manera en países de América Latina este tamaño representa entre 60 y 90% de todas las unidades económicas. (Censos Económicos 2004).

Por otro lado, si cruzamos la antigüedad de la empresa con el tamaño de la misma nos podemos percatar de algo muy importante; el 51.72 por ciento de las micro empresas fueron creadas hace más de diez años, eso nos muestra que han permanecido estancadas, sin desarrollo. Por otro lado, analizando su antigüedad en el mercado, podríamos señalar que es una empresa consolidada, sin embargo, tomando en consideración el número de empleados como signo de crecimiento, dicho segmento no ha mostrado cambios significativos.



Fuente: elaboración propia.

En lo concerniente a las pequeñas empresas, el 69.23 por ciento de ellas fueron constituidas hace más de diez años, también en este rubro podemos señalar muy poco desarrollo. Finalmente podemos comentar que el 72.23 por ciento de las medianas tiene una permanencia en el mercado de más de diez años. Podemos resumir que las PyMES analizadas muestran en su conjunto una antigüedad mayor de diez años, sin embargo su antigüedad no se asocia con su crecimiento. Lo anterior, pudiera ser el resultado de la carencia de programas gubernamentales que apoyen a este segmento, de una manera integral, además los programas establecidos en la Banca de Desarrollo son poco conocidos por los empresarios nacionales (Observatorio PyME 2003).

A MANERA DE CONCLUSIÓN

Las PyMES representan el segmento más importante de la economía en México; lo anterior nos hace reflexionar sobre la necesidad de que este segmento tenga a su disposición fondos de apoyo y capacitación que les permita enfrentar a la competencia generada por la globalización. Ya que las empresas están desapareciendo por la falta de dicha competitividad, es decir, que los empresarios sinaloenses deben implementar en sus organizaciones una buena administración que haga hincapié, sobre todo, en reconocer que la competencia internacional es algo que llegó para quedarse, y que hay que voltear los ojos al interior de la organización y analizar cuáles son las ventajas que tienen las empresas locales contra las transnacionales, y aprovecharlas. Por otro lado, destacan los señalamientos que hace al respecto el ingeniero Arturo Tapia Lizárraga. Durante la entrevista, comentó que es necesario que los programas de estudio de las carreras de negocios tengan más vinculación con el sector empresarial, que los egresados conozcan un poco más de las organizaciones en donde van a desempeñarse cuando salgan al mundo laboral, que no sólo son las transnacionales,

sino, todo lo contrario, ellos van a trabajar sobre todo en las PyMES; entonces hay que enseñarles a estos alumnos cuál es la problemática de este segmento y en qué forma se pudieran mejorar.

Es pertinente agregar que siempre que se termina una investigación quedan algunas inquietudes; además, se plantean interrogantes que surgieron durante el desarrollo de la misma. En el caso de este estudio lo pudimos sentir; sin embargo, sirva pues esta reflexión para animar a futuros investigadores a continuar estos esfuerzos, ya que la base de datos aquí presentada por provenir de una muestra representativa puede ser generalizada al resto de las empresas afiliadas a Canacintra-Culiacán (universo de estudio); por tal motivo, el final de esta investigación puede ser considerado el principio de otro. Esperamos sea útil para los empresarios en general, de igual manera para los estudiantes de licenciatura y posgrado que deseen realizar investigación

Finalmente, queremos comentar que esta investigación fue realizada con el ánimo de contribuir al conocimiento de las organizaciones sinaloenses; busca aportar información al campo de los estudios organizacionales en México. Además, pretende apoyar y fomentar la vinculación entre la universidad y los sectores productivos de la localidad. Esperamos que su contenido tenga la utilidad deseada. Para mayor información sobre esta investigación consultar (Cereceres, 2007).

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Autónoma de Sinaloa, que a través del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación (Convocatoria 2006), financió la realización del presente trabajo. A los alumnos de la FCA-UAS, de igual manera expreso mi gratitud a mis compañeros del Cuerpo Académico Consolidado “Desarrollo de las Organizaciones” por sus valiosas sugerencias que enriquecieron en gran medida el contenido de la misma. A los empresarios que respondieron

a nuestro llamado, les expresamos nuestra gratitud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barba, A. Antonio y Pedro C. Solís Pérez (1997), *Cultura en las organizaciones: enfoques y metáforas en los estudios organizacionales*, Vertiente Editorial, Estado de México.
- Bianchi, Patrizio y Lee Miller (1999), *Innovación y territorio. Políticas para las pequeñas y medianas empresas*, Editorial Jus, México.
- Borboa Quintero, María del Socorro (2004), *Prácticas y estrategias de la gestión organizacional*, ed. Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México.
- Borboa Quintero, María del Socorro; Marco Antonio Rodríguez Peñuelas; Lucía Cereceres Gutiérrez y Oswaldo del Castillo Carranza (2006). *Liderazgo para el desarrollo de la empresa sinaloense*, ed. Universidad Autónoma de Sinaloa. Culiacán, Sinaloa, México
- Castillo Carranza, Oswaldo del (2004), *Modelos de cultura reapropiados. Hacia la efectividad organizacional*, ed. Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México.
- Castillo Carranza, Oswaldo del; Lucía Cereceres Gutiérrez; Marco Antonio Rodríguez Peñuelas y María del Socorro Borboa Quintero (2005), *Fundamentos Básicos de Administración*, ed. Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México.
- Castillo Carranza, Oswaldo del; Lucía Cereceres Gutiérrez; Marco Antonio Rodríguez Peñuelas y María del Socorro Borboa Quintero (2005), *Modelos de cultura organizacional en empresas sinaloenses*, Editorial Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México.
- Cereceres Gutiérrez, Lucía (2004), *Evolución organizacional*, ed. Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México.
- Cereceres Gutiérrez, Lucía; María del Socorro Borboa; Oswaldo del Castillo Carranza y

- Marco Antonio Rodríguez Peñuelas (2005), La toma de decisiones en la empresa sinaloense. ed. Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México.
- Cereceres, Gutiérrez Lucía (2007), La toma de decisiones en las Pymes sinaloense del sector industrial, ed. Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México.
- Daft, L. Richard (2004), Teoría y diseño organizacional, Internacional Thomson Editores, México.
- INEGI, Censos económicos 2004.
- Jennings, David y Stuart Wattam (1996), Toma de decisiones. Un enfoque integrado, CECSA, México.
- Rodríguez Peñuelas, Marco Antonio (2004), Modernización organizacional en la empresa agrícola mexicana, ed. Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México.
- Rodríguez Peñuelas, Marco Antonio; Oswaldo del Castillo Carranza, María del Socorro Borboa Quintero y Lucía Cereceres Gutiérrez (2006), Estrategias de desarrollo de la empresa sinaloense, ed. Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México.
- Santesmases Mestre, Miguel (2001), DYANE versión 2 Diseño y análisis de encuestas en investigación social y de mercados, Ediciones Pirámide, Madrid, España.
- Simon, A. Herbert (1979), El Comportamiento administrativo. Estudio de los procesos decisorios en la organización administrativa, 4° Edición, Ed. Aguilar, Buenos Aires, Argentina.
- Peres, Wilson y Giovanni Stumpo, coord. (2002), Las pequeñas y medianas empresas industriales en América Latina y el Caribe, Siglo XXI Editores, México.
- [http://www.economia.gob.mx.\(observatorioPYME](http://www.economia.gob.mx.(observatorioPYME) 2003). Consulta (26/01/2005)

LA FORMACIÓN DE PROFESORES DESDE EL POSGRADO EN EDUCACIÓN

Eustolia Durán Pizaña. Centro de Investigaciones y Servicios Educativos, Universidad Autónoma de Sinaloa.
Platón No. 856, Villa Universidad. Culiacán, Sinaloa. Tel. (667) 753-4169. Fax: (667) 753-1963.
pizana@uas.uasnet.mx

PRESENTACIÓN

El posgrado, se viene estudiando desde diferentes ángulos y perspectivas, hacerlo desde las vivencias de sus aprendices, ahora egresados, no es muy usual. Este fue el reto en esta investigación, tener un acercamiento al conjunto de vivencias experimentadas por los egresados de ocho generaciones en su trayecto de formación, conocer la serie de dificultades, vacíos y posibilidades vividos durante el espacio del programa de Maestría en Ciencias de la Educación, ofrecido por el Centro de Investigaciones y Servicios Educativos de la Universidad Autónoma de Sinaloa durante veinte años.

El estudio condensa los esfuerzos de año y medio de trabajo, orientados a desarrollar un trabajo empírico de corte fenomenológico, que pudiera dar cuenta a través de la subjetividad de investigados e investigador, de los avatares que se sufren en el horizonte de un proceso de formación. El posgrado. Un estudio que en cada relato brinda la posibilidad de redimensionar muchos de los componentes que integran un programa formativo, porque da cuenta de una serie de aciertos y desaciertos, que desde las voces de sus estudiantes son importantes escuchar, para reconocerlos, reflexionar y ofrecer alternativas que vengan a mejorar el desempeño profesional de los universitarios.

MÉTODO

Aproximarse a las vivencias en torno al proceso formativo de los egresados de ocho generaciones de la Maestría en Ciencias de la Educación, ofrecida por el Centro de Investigaciones y Servicios Educativos de la Universidad Autónoma de Sinaloa, fue posible gracias a un enfoque fenomenológico herme-

néutico, porque permitió hacer evidente la vivencia tal y como fue vivida por los egresados del programa en mención, en tanto, no se puede observar en el escenario natural un proceso formativo que ya transcurrió y sólo la vivencia y el recuerdo pueden dar cuenta de ello.

En esta lógica, comprender veinte años de experiencias en un espacio educativo, tuvo que ver con la comprensión de lo que hicieron, pensaron y sintieron aquellos que jugaron el papel de estudiantes, en las diferentes generaciones de la Maestría.

Trabajar en esa integración metodológica, desde las voces autorizadas de estas posturas, son de suyo un proceso eminentemente interpretativo, de manera que posibilitaron encontrarle sentido a lo que dijeron y sintieron los egresados sobre su proceso formativo, enmarcándose el estudio, en una teoría de los signos, en una comprensión de las expresiones escritas.

La definición de la población se ajustó a tres criterios: 1) ser egresado de las diferentes generaciones del programa de Maestría en Ciencias de la Educación, 2) Radicar en la ciudad de Culiacán y 3) Tener disposición para colaborar en el proyecto. Estos tres criterios conformaron la población que fue de treinta sujetos de un total de 95 egresados, que tuvo el programa.

Se empleó un cuestionario con preguntas abiertas, con intenciones de tener un primer sondeo, mismo que dio sustento a la guía de entrevista, una entrevista abierta que propició narraciones en forma de relatos, que fueron analizados con base en unidades temáticas apoyadas en un conjunto de referentes teóricos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El posgrado, como cuarto nivel de la educación superior en nuestro país, navega entre políticas poco alentadoras, que giran alrededor de términos como calidad, evaluación, eficiencia o excelencia, en los que subyace una mirada pragmática que no trasluce expresiones de mejoramiento educativo; porque si bien es cierto, el papel que se le asigna al posgrado, es relevante para el desarrollo de una nación, también es cierto que transita en una indefinición de políticas que no superan esa visión reduccionista.

Las políticas de las universidades públicas son contradictorias, por un lado exigen calidad, pero al mismo tiempo niegan la posibilidad a su acceso, cuando se orienta a los profesores hacia una cultura credencialista, aceptando que se integren a programas de ínfima calidad, para que se formen y egresen con perfiles que no repercutirán en su hacer como docente, mucho menos como el intelectual que los nuevos tiempos exigen, por ello en las voces de los egresados de la Maestría en Ciencias de la Educación se pone de manifiesto la impronta de pensar en futuros mejores para el posgrado, posibilidades con menos candados, con miradas inciertas, pero cargadas de asombro, interrogación y humanismo.

Considerar que todo está dicho, porque se atiende a un conjunto de parámetros administrativos u organizativos, para desarrollar un programa, nunca será suficiente, si no se toca un aspecto esencial de la formación, su conceptualización. En el posgrado, estudiado un foco rojo, en ese trayecto formativo, fue un conjunto de mediaciones ignoradas, muchas circunstancias de la vida que no ayudaron, condiciones pedagógicas que no fueron las acertadas, excesos de lecturas que obstaculizaron la reflexión, relaciones, la mayoría de las veces verticales generadoras de frustraciones, una falta de tacto pedagógico, que al recuerdo incitado por el investigador ante la urgencia narrativa, provocaron emociones que tuvieron su expresión no sólo en las palabras que

componen esos relatos, sino en ese timbre de voz, en esos gestos brindados para la ocasión.

Algunas mediaciones son recordadas como una suerte de regalo pedagógico, que el otro brinda por el placer de ser, pero estas fueron las menos y la formación en los tiempos actuales exige de mediaciones que permitan al docente dejar a un lado las certezas, para recrearse en sus propios marcos, en esta utopía se estaría en condiciones de que los profesores pudieran tener voz y una posición teórica y política, en esta aldea global tan permeada de circunstancias adversas, no sólo para los docentes, sino para la sociedad en general.

El problema de la enseñanza en la investigación, exige mediaciones: como políticas que integren verdaderos intercambios académicos, estructuras curriculares que rompan con esos cuellos de botella que provocó la escolarización de la maestría y se transite a diseños más flexibles, que sitúen a los maestrantes en condiciones de aprender a investigar, como lo demandan los tiempos actuales. La enseñanza en la investigación estuvo muy centrada en las orientaciones teóricas de los cursos, no hubo experiencia en la investigación, hasta el final con el trabajo de tesis en muchos egresados inconclusa.

Otro aspecto interesante para reflexionar, es la incipiente asesoría para hacer tesis, los egresados enfatizaron, que en esta tarea se sintieron muy solos y necesitaron el acompañamiento que exige una actividad de esta naturaleza. Algunos egresados tuvieron la suerte de contar con un asesor que los acompañara, pero la queja generalizada es de no haberla tenido.

En el trabajo se advierte la necesidad de revisar en licenciatura los cursos sobre investigación, desarticulados de la práctica, se apreció el interés por esta tarea por parte de estudiantes que traían un antecedente de trabajo al respecto.

Se encontró que el gusto por la investigación en algunos de los egresados nació en este posgrado, en contraste con ese otro grupo que se sintió abandonado en esta actividad, hallazgos que plantean la necesidad de voltear la mirada

hacia aquellos dispositivos que propician el empleo de la soledad para la reflexión y el gusto por la investigación.

Un valor utilitario fue el que se encontró en algunos egresados respecto a la investigación, pues en sus expectativas no está el dedicarse a esta actividad y en esta decisión contribuye la estructura académica que conserva la Universidad y el poco reconocimiento que tiene la tarea del investigador.

Los procesos de formación, entre ellos el posgrado, son motivo de discusiones y estudios sobre los diferentes componentes que lo integran, sin embargo, un ámbito poco explorado es el referido a las emociones que tienen lugar durante su proceso y precisamente dentro de las tendencias que se vislumbran para el futuro, esta es una de las sugerencias a tomar muy en cuenta en la formación, las experiencias.

En el trabajo de investigación se encontraron rasgos que caracterizaron al programa estudiado, como generador de emociones negativas y positivas, con predominio de las primeras, ambientes hostiles que dejaron frustraciones, temor, ambientes donde se diluye al sujeto como persona, a través de tratos matizados de gran autoritarismo al que los egresados llamaron terrorismo académico.

Las vivencias encontradas en esta investigación, sugieren saldar un conjunto de deudas con los futuros egresados de posgrado, saldos que demandan tratos más humanos, que no desdibujen a la persona que está presente en cada maestrante.

El posgrado exige una formación integral de sus formandos, tendrá que tomar en cuenta que razón y pasión, constituyen el ingrediente fundamental para aspirar a ser docentes e investigadores comprometidos con ellos mismos, con los otros y con la sociedad.

Agradecimientos: se agradece a la Universidad Autónoma de Sinaloa, a través del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación (Convocatoria 2006) el financiamiento y publicación de este trabajo.

LITERATURA CITADA

Aboites, Hugo (2003), “Actores políticas en la educación superior mexicana: las contradicciones del pacto de modernización empresarial en: Carrizales, Retamoza (2001), Paisajes universitarios, Praxis, México.

_____ (1988), Uniformidad, marginalidad y silencio de la formación intelectual, UAEM, serie debate pedagógico, México.

Dantzer, Robert (1989), Las emociones, Paidós Studio, Barcelona, España.

Díaz, Barriga en Esquivel Larrondo (2002), La universidad hoy y mañana II, El posgrado latinoamericano, Plaza y Valdés, México.

Devereux, George (1977), De la ansiedad al método en las ciencias del comportamiento, Siglo XXI, México.

Ferry, Gilles (1997), Pedagogía de la formación, Ediciones novedades educativas y Universidad Nacional de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

Honoré, Bernard (1980), Para una teoría de la formación, Dinámica de la normatividad, Nancea, Madrid.

Niño, Mesa (1998), Antropología pedagógica. Intelección, voluntad y afectividad, Mesa redonda, Magisterio, Colombia.

Sánchez, Puentes (1995), Enseñar a investigar. Una didáctica nueva de la investigación en ciencias sociales y humanas, Plaza y Valdes, México.

_____ (2001), Pensar el posgrado, Plaza y Valdes, México.

Vallés, Arándiga y Vallés Tortosa (2000), Inteligencia emocional. Aplicaciones educativas. EOS. Madrid, España.

Van, Manen (1998), El tono en la enseñanza. El lenguaje de la pedagogía, Paidós Educador, Barcelona, España.

_____ (2002), El tacto en la enseñanza. El significado de la sensibilidad pedagógica, Paidós Educador, Barcelona, España.

Vilchis, Javier (2003), Persona, educación y destino, Plaza y Valdes editores, México.

CONGRESO Y ELITES LEGISLATIVAS DEL ESTADO DE SINALOA

Dr. Juan Ernesto Hernández Norzagaray

Dra. Lorena Schobert Lizárraga

Lic. Nicolás Edgardo Mójica Camarena

PRESENTACIÓN

Este texto es resultado del proyecto de investigación politológica: Congreso y elites legislativas del estado de Sinaloa, auspiciado por el Programa de Fomento y Apoyo a Proyectos de Investigación, promovido para el 2006 por la Coordinación General de Investigación y Postgrado de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Es producto, además, del insumo cuantitativo del trabajo que forma parte del proyecto internacional: "Los Congresos Estatales Mexicanos y la Experiencia Legislativa Autonómica Española: campos fecundos para la cooperación política", que financiaron el Centro de Estudios para América Latina y la Cooperación Internacional de la Fundación Carolina (España) y la Universidad Autónoma de Sinaloa.

El trabajo está dividido en tres grandes unidades de análisis con sus respectivos apartados. La primera comprende dos capítulos que responden al título: El congreso local mexicano como proyecto de investigación y la integración de la LVIII legislatura del Congreso del Estado de Sinaloa. En la segunda se presenta un análisis cualitativo de las principales identidades, percepciones, valores y actitudes de los diputados de la LVIII legislatura del Congreso del Estado de Sinaloa. Y, por último, se presentan los resultados empíricos de las entrevistas, con una breve interpretación de cada uno de los indicadores para el estudio de las elites parlamentarias en el estado de Sinaloa.

Además, al trabajo de investigación se le dedicaron muchas horas en la fase de recopilación de la información, sobre todo porque todavía no es muy frecuente en Sinaloa que los estudiosos acudan a los políticos con cargos de representación, con el fin de entrevistarlos por periodos mayores a

una hora y en temas que siempre provocan cierta digresión por su dosis de polémica. No buscábamos la polémica sino indagar en la idea que hoy transita por los pasillos siempre apasionantes de la ciencia política de que "los políticos también importan". No obstante, cuando alguna de estas preguntas suscitó más de un comentario los escuchamos con atención aun a riesgo de la dispersión del entrevistado. Todos los entrevistados respondieron con amabilidad dejando un espacio en sus agendas, que obligó a mis colegas que fungieron generosamente como entrevistadores, a dar más de una vuelta para lograr la entrevista, en algunos casos fue más de una para concluir.

MÉTODO

La ciencia política, en los últimos tres lustros, ha tenido como eje central el estudio de las instituciones, de manera que la frase axiomática de que "las instituciones importan" se ha vuelto un referente constante en las investigaciones sobre el poder legislativo. Sin embargo, recientemente esa frase indiscutible se ha venido desplazando hacia el político en cargos de representación política, aunque no del todo pues el sistema de reglas siempre será motivo de preocupación académica, para instalarse en la de que "los políticos importan" pues como bien se dice luego de estas décadas de desarrollo democrático "las personas dedicadas a la competencia política sean cada vez más actores enfebrecidos cuya relevancia en la misma es del todo punto trascendental".

Más aún, cuando "los políticos tienen una procedencia familiar, social, cultural y están marcados por procesos de socialización que tienen un serio impacto individual. Su militancia en su partido puede impactarles pero ellos también afectan al partido. El

estudio de los políticos requiere, al menos, del esfuerzo intelectual que significa atender a cinco tipos de cuestiones muy diferentes: su posición en el entramado general de la elite de poder; su propio proceso de formación; socialización y estructuración en el desarrollo de su función de representación; sus valores compartidos y diferenciados; su evaluación desde posiciones ideológicas de diferentes políticas públicas como propuestas de solución a problemas existentes en la sociedad; y su posicionamiento con respecto al grupo más reducido del que forman parte en términos de estrategias comunes tanto en cuestiones organizativas como en aspectos simbólicos (Alcántara, 2006: 8-9).

El argumento central de esta investigación es que las elites legislativas locales (identidades, valores, creencias y opiniones) ya son un factor clave dentro del funcionamiento de la vida política de los estados. Otros supuestos que guían este trabajo, es que en elites legislativas locales existe una estructura de competencia ideológica y programática. Inferimos de esta matriz que los legisladores locales se desenvuelven en un ámbito de coherencia a través de la estructuración de sus opiniones y eso se expresa en la toma de posturas en el legislativo.

Asimismo, una variable institucional importante dentro de la conformación y distribución del poder de las legislaturas locales es el sistema de partidos que opera en cada estado de la República Mexicana. En otras palabras, hay estados donde se vive un bipartidismo laxo mientras en otros es cerrado, en otros se aprecia una conformación tripartita o multipartidista (más de tres partidos), como también donde se sigue dando el caso de la hegemonía de una sola fuerza política que conserva la mayoría absoluta, como es el caso de Sinaloa.

Esta heterogeneidad genera un sistema de equilibrios diversos que regularmente provoca diferentes tipos de rendimiento institucional y distintas velocidades en el perfeccionamiento de las instituciones políticas democráticas.

Estrategia de investigación⁸

Aún hoy, como lo resalta Mateos (2004), los trabajos sobre los rasgos actitudinales y demoscópicos de las elites parlamentarias y el cómo medirlos continúan en estado incipiente. Por ello la presente investigación pretendió constituir un punto de partida importante que buscaba ofrecer resultados empíricos que tuvieran a su vez implicaciones teóricas. Los datos que presentamos provienen de encuestas extensas y estructuradas a los diputados locales mexicanos, con el fin de definir y caracterizar a un segmento de sus elites políticas. Por lo tanto, esta investigación se encuadra en los estudios denominados empírico descriptivos y empírico explicativos puesto que su objetivo de análisis es doble: así, por un lado, pretende describir cómo son las elites legislativas locales en México, cuáles son sus características (sociodemográficas, ideológicas, programáticas, partidistas, etc.) y por el otro, explicar posibles relaciones causales entre las opiniones y las actitudes de los legisladores locales frente a la calidad de la democracia.

El método de análisis que utilizamos es el comparado y lo que se pretendió fue comparar diferentes partidos y, estudiar en cada uno de ellos las diferentes relaciones entre variables, y si bien el número de casos no es reducido, existen similitudes que permiten crear subgrupos comparativos. También se utilizó el método estadístico para conocer las relaciones causales entre las diferentes variables independientes y dependientes (que se enuncian más adelante en la Tabla 2). El ejercicio empírico se propuso realizar análisis estadísticos de coherencia de grupos, además, en futuros trabajos la comparación entre diferentes congresos (instituciones representativas) y los partidos políticos locales (instituciones políticas).

La entrevista realizada a los diputados es mediante el instrumento utilizado por el

⁸ La metodología empleada en la investigación tendrá dos aspectos fundamentales: la recogida de datos y su posterior análisis.

Instituto InterUniversitario de Estudios de Iberoamérica y Portugal, con sede en la Universidad de Salamanca y, pretende brindar información de primera utilidad para evaluar: En primer lugar, en qué formas las historias singulares han condicionado las trayectorias vitales, las experiencias políticas y las actitudes ideológicas y culturales de los diputados locales.

La comparación entre fracciones partidarias abre nuevas posibilidades a la hora de determinar los condicionantes de las valoraciones de los diputados locales hacia el sistema político, hacia determinadas políticas públicas y hacia la vida política en general. A través de esta técnica para recoger información se busca abordar problemas tan importantes como la polarización ideológica y el de las actitudes hacia la democracia. Gracias al cuestionario se podrán comparar los elementos de polarización de las distintas fracciones locales, la articulación de las diferencias ideológicas de tipo espacial (izquierda-derecha) a través de los partidos políticos y, en último término, la validez de la misma distinción izquierda-derecha.

La obra cuenta con información precisa acerca de lo que los diputados sinaloenses de la LVIII legislatura opinan sobre los distintos componentes de los regímenes democráticos (elecciones, partidos políticos, libertades políticas, formas institucionales entre otros aspectos). En otro sentido, permite analizar las orientaciones de los diputados hacia las distintas formas institucionales y por tanto la viabilidad de posibles reformas del régimen presidencialista. Asimismo, esta investigación buscó proporcionar información precisa sobre cuestiones de trascendencia como las relaciones interpartidistas en las cámaras legislativas locales, el papel de la legislatura en la producción legislativa o las relaciones entre ésta y el poder ejecutivo.

Los datos que se obtuvieron a través del instrumento básico de la investigación (el cuestionario) se pudieran utilizar para realizar

tres tipos de estudios: los de casos, comparados y análisis estadísticos⁹.

Para esta investigación se ha optado por el cuestionario como el primer instrumento de análisis por las siguientes razones. En primer lugar tiene que ver con un proyecto que en estos momentos contempla el estudio de las legislaturas vigentes en los estados de Guerrero y México¹⁰ pero existe interés en ampliarlo¹¹, el cuestionario siguiendo las debidas precauciones, consiguió un elevado grado de compatibilidad entre los datos obtenidos, mientras que la codificación de entrevistas a profundidad sería una tarea muy costosa con muchas probabilidades de obtener resultados inferiores en términos de la comparabilidad.

RESULTADOS

Partidos y democracia

La dicotomía partidos y democracia constituye una de las matrices más estudiadas por la ciencia política. En ese vértice se conjugan tanto la naturaleza como la acción de los partidos políticos en su lucha por el poder, pero de igual forma, las expectativas de las sociedades por darse un orden social basado en un sistema de reglas consensuadas. Luego, entonces, son tan importantes las condiciones estructurales para avanzar a ese tipo ideal como también las percepciones y valores que detentan los políticos bajo cualquiera de sus formas de expresión y representación. En particular interesa la de los diputados porque se trata de actores políticos significativos pues, al margen de que sean representantes populares que en sí mismo los hace relevantes, sus opiniones pueden suponer una

⁹ Esta investigación reivindica el método comparado y coincide con las ventajas expresadas sobre este método por Lijphart (1971), Collier (1991) y Alcántara (1991) entre otros, quienes defienden que la comparación de distintos casos se considera como un método de trabajo importante capaz de producir resultados idóneos.

¹⁰ Los fascículos de estos estudios se encuentran en la web del Instituto Electoral del Estado de México: <http://www.ieem.org.mx/>

¹¹ Se calcula realizar aproximadamente 800 entrevistas a los diputados locales.

referencia de las orientaciones políticas de los ciudadanos. Y lo es más: cuando estos políticos tienen como antecedente no muy lejano, un sistema de reglas hegemónicas que dominaron la cultura política de la sociedad mexicana, pero, además, estas manifestaciones no han terminado de irse y siguen siendo parte de nuestro imaginario político.

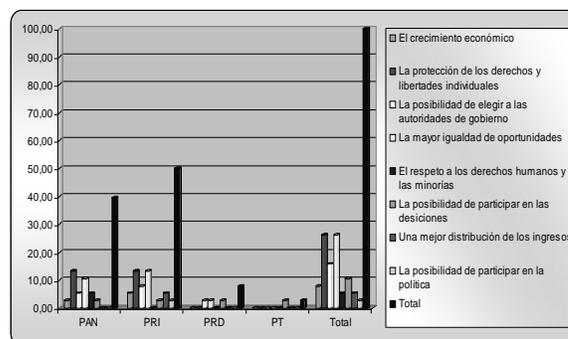
Elecciones y democracia

Los diputados y diputadas sinaloenses tienen en una alta estima a las elecciones como el mejor medio de expresar preferencias políticas. Éste, que es un valor esencial del juego democrático constituye el asiento sobre el cual se puede construir una sociedad más representativa. En esa forma, las respuestas de los legisladores se situaron en la frontera de “estar muy de acuerdo” en este medio de expresión de preferencias y, por excepción se distancia de opciones no competitivas e, incluso, las que pudieran venir de estrategias partidarias antisistema.

Sin embargo, los valores se matizan cuando se les preguntó sobre el grado de confianza que le merecieron las elecciones locales celebradas durante el 2004. En ese año, como lo hemos visto, se eligieron gobernador, diputados al Congreso, presidentes municipales y cuerpos edilicios, como también síndicos procuradores en cada uno de los dieciocho ayuntamientos. El grado de confianza global entre todos ellos fue de 3.5, en un rango donde uno es mínima confianza y cinco máximas confianzas, lo que significa que estamos lejos del óptimo de confianza pues se siguen expresando dudas sobre la calidad de ese proceso electoral y sus resultados. Ese 1.5 es el desafío que tiene la democracia sinaloense para llegar a tener resultados sin cuestionamiento que ensombrezca la habilitación y legitimación en el poder. Implica, además, la necesidad de reformas electorales y cambios en la cultura política.

En suma, la mayoría de los diputados entrevistados (38) se inclinó por reconocer que la democracia sirve para la protección de

los derechos y libertades individuales, como también para generar una mayor igualdad de oportunidades en una sociedad con altos índices de desigualdad social.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 1. Ventaja principal de un régimen democrático.

Sin embargo, cuando se les preguntó cuál era la segunda ventaja de un régimen democrático, las respuestas tendieron a variar entre los diputados de las fracciones. Así, algunos diputados del PAN abrieron el abanico a una mejor distribución de los ingresos y el crecimiento económico, como también una vía adecuada para la resolución de los conflictos de forma pacífica. Los legisladores del PRI se inclinaron más a la posibilidad de participar en las decisiones públicas al igual que como ruta para elegir a las autoridades de gobierno. El PRD en este renglón puso el énfasis en el aspecto redistributivo de la democracia que es hoy un asunto esencial en sociedades como las nuestras donde existe un gran déficit de justicia social¹²

Disciplina del voto por partido

Cuando se les interrogó a los legisladores de los distintos grupos parlamentarios y al PT, que no conforma grupo por tener sólo un diputado, sobre la disciplina del voto mediante el grado de aceptación que tendrían expresiones como “se debería exigir siempre la disciplina del voto en el grupo parlamentario”,

¹² Véase La Democracia en América Latina. Hacia una democracia de ciudadanos y ciudadanas. PNUD-ONU. Buenos Aires, Argentina. 2004. Alfaguara.

“se debería permitir que cada legislador votara siguiendo su propio criterio” o “que en unos temas deberían estar sujetos y en otros no”. Las respuestas obtenidas fueron para la primera opción mayoritariamente en el caso del PRI, con una excepción del PAN; en la segunda alternativa hay una mayor aceptación por los diputados panistas (4), seguido por el PAN (2) y el PRD (1); la tercera fue la que convocó mas diputados pues en ella se manifestaron veinticuatro de los treinta y siete entrevistados, siendo los legisladores del PRI los que con mayor contundencia lo hicieron con doce aceptaciones, seguido por el PAN con nueve, con dos por el PRD y el voto del petista.

BIBLIOGRAFÍA

Alcántara, Manuel (2006), *Políticos y política en América latina*, Fundación Carolina y Siglo XXI, editores, Madrid.

_____ y Ramos, Marisa (2000), “los diputados latinoamericanos y las opciones de la inserción internacional. El caso de la comunidad Iberoamericana” en Rojas Arevena, Francisco (editor), *Las Cumbres Iberoamericanas. Una mirada global*, Santiago de Chile y Caracas, FLACSO y Nueva Sociedad.

_____ Llamazares, Iván (1997), “El análisis de los diputados latinoamericanos en el contexto de los estudios sobre la clase política. Características, objetivos y estrategias de investigación”, en: *América Latina hoy*, núm. 16. Instituto de Estudios de Iberoamérica y Portugal, España, pp. 15-28.

_____ (1991), “La relación izquierda-derecha en la política latinoamericana”, en: *Leviatán*, Madrid.

Balkin, Robert (2004), *El Poder Legislativo Estatal en México*, México, Universidad Estatal de Nueva York.

Bejar Algazi, Luisa (2004), *El Poder Legislativo en México*, México, UNAM-Gernika.

Emmerich, Gustavo Ernesto y Xochitl López Ulloa, “La Cláusula de Gobernabilidad y la

Representación Proporcional en el Congreso de Sinaloa, 1998-2001”, en *Región y Sociedad*, Colegio de Sonora, vol. XVI, Núm. 30, mayo-agosto de 2004, México.

Freidenberg, Flavia (1999), *Actitudes a la democracia de las elites parlamentarias en Argentina, Ecuador, Perú y Uruguay*”, tesis de Maestría en Estudios Latinoamericanos del Instituto Interuniversitario de Estudios de Iberoamérica y Portugal, Universidad de Salamanca.

Hernández Norzagaray, Ernesto (1999), *El Poder Legislativo Local en la transición mexicana*, *Revista de la Universidad Autónoma de Sinaloa*, vol. 3.

_____ (2000), *Continuidad y cambio en los legislativos locales mexicanos*, *Revista América Latina hoy*, Universidad de Salamanca, España, núm. 24.

Hibbing, John R. (1991), “Congressional careers: contours of life in the House of Representatives”, Chapel Hill, University of North Carolina Press.

Kitschelt, Herbert (1997), *The radical right in western Europe*, United States of America, The University of Michigan Press.

Kitschelt, Herbert (1999a), “European social democracy between political economy and electoral competition”, en: Kitschelt, Herbert; Lange, Peter; Marks, Gary; Stephens, John (editores), *Continuity and change in contemporary capitalism*, United States of America, Cambridge University Press.

REDES DE CONOCIMIENTO EN EL NOROESTE DE MÉXICO

José de Jesús Lara Ruiz. Unidad Académica de Ciencias de la Educación. Platón 856, Fracc. Villa Universidad. Tel. (667) 753 41 69. joselara@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

La presente investigación estudia los vínculos academia-academia y academia-empresa en las relaciones entre los investigadores de universidades públicas (UAS, Unison, UABC), y los centros asociados CONACYT (CIAD, CICESE y CCS) con los sectores privados y públicos en el noroeste de México.

Particularmente se analiza la formación de redes de conocimiento entre investigadores de las instituciones citadas, con empresas, dependencias gubernamentales, y sectores sociales en los estados de Sinaloa, Sonora y Baja California.

Adicionalmente, se evalúa el desempeño de dichas redes desde su carácter funcional considerando su eficacia y eficiencia, así como su desempeño organizacional medido en términos de sus mecanismos de integración.

El primer objetivo, formación de las redes de conocimiento, da cuenta de diferentes dimensiones de la estructura compleja denominada red. El segundo, atiende el grado de cumplimiento de los objetivos, metas, aprendizajes logrados, incluida la posibilidad de solucionar problemas no contemplados inicialmente, además de integrarse a redes o proyectos colaborativos más amplios.

Un aspecto de importancia son los mecanismos de integración, como la confianza en tanto mecanismo reductor de la complejidad que facilita las relaciones o vínculos en la red, también se aborda el proceso de traducción como un factor que coadyuva en interpretar los diferentes lenguajes que utilizan los actores; otro factor es la negociación visto como la posibilidad de llegar a acuerdos en función de compromisos, y finalmente, se incorpora la deliberación como el uso de la racionalidad argumentativa para lograr la participación mediante el consentimiento mutuo.

Desde los fines del presente trabajo, las redes de conocimiento son vistas en las consideraciones siguientes:

Como una asociación secundaria que mediante la interacción social (desarrollo de un proyecto colaborativo) llevan a cabo intercambios, (conocimientos, información, recursos, ...).

Los tipos de vínculos pueden ser de variadas combinaciones (v.g. academia-academia, academia-empresa, academia-empresa-gobierno). Adicionalmente, los vínculos no son puros, puede ocurrir que en los vínculos academia-academia también se presenten relaciones con la empresa y/o gobierno, sólo que con la relación estipulada se trata de denominar la predominancia de dichos vínculos.

Sus ámbitos de asociación pueden atender múltiples niveles (local, regional, nacional e internacional).

Se consideran redes de conocimiento a las redes de investigadores organizadas como redes temáticas orientadas a la generación y aplicación del conocimiento.

Se asume una diferencia entre las redes de conocimiento y las redes de innovación, no tanto en los tipos de vínculos establecidos sino en el propósito de los mismos. Las redes de conocimiento son ante todo gestión de redes para la producción y aplicación del conocimiento, mientras que las redes de innovación se enfocan más a la transferencia de tecnología.

Con base en lo anterior, se define una red de conocimientos como una asociación secundaria de actores heterogéneos que a través de la interacción social y del intercambio se avocan a la generación y aplicación del conocimiento mediados por un proyecto colaborativo.

En consecuencia, las redes son vistas como estructuras con autonomía relativa que confi-

guran los actores con objetivos bien definidos que buscan un impacto económico y social en beneficio de los participantes.

Para tal efecto las redes de conocimiento tienen como propósito el flujo de conocimientos entre sus nodos a través de la interacción y el intercambio.

Los vínculos de triple hélice universidad-gobierno-empresa son como motores que actúan de manera recursiva entre sí, y a su vez, sirven de impulso a los otros ámbitos, generando en conjunto espacios regionales de conocimiento con gran impacto en lo económico y lo social.

Así, el conocimiento trasciende de los centros de investigación para resolver problemáticas que mejoran la calidad de vida, en beneficio de las regiones en donde se insertan, y que tienen vínculos más allá de lo regional hasta alcanzar lo nacional e internacional.

MATERIALES

Para la fundamentación del estudio se consideraron diversos autores que apoyan teóricamente la interpretación de los resultados. Específicamente se incorporan diferentes teorías de las redes sociales que son de utilidad como elementos de comprensión en el funcionamiento de las estructuras malla.

A nivel meso se mencionan: a) la red como mecanismo de coordinación ante las fallas de los mecanismos de coordinación social del mercado y del Estado (Messner 2005); b) la teoría del actor-red que plantea la complejidad del trabajo asociado en red obstaculizado por el individualismo egoísta (Callon *et al.*, en Law y Hassard 2005), y c) el análisis de redes sociales que aborda la visualización y las estructuras formadas por redes egocéntricas y poblaciones de grandes redes (Molina 2001). Dichos enfoques teóricos aun cuando plantean perspectivas diferentes, no llegan a ser excluyentes, más bien son complementarias.

Psicosociológicamente (micro), se ubican las teorías del intercambio (Emerzon en Ritzer 2002) y las teorías interpretativas como la del interaccionismo simbólico (Blumer en Colás

1998). Las teorías del intercambio centran su atención en un conductismo estratégico o instrumentalista, mientras que los enfoques interpretativos destacan una comprensión simbólica mediada de manera intersubjetiva.

Tanto el ámbito meso como el micro están presentes en la acción social del mundo de las redes brindando elementos explicativos y de comprensión que van desde aspectos de orden estructural hasta actitudes de pautas de comportamiento individuales asumidas por los participantes de las estructuras red.

Las teorías de las redes sociales pueden ubicarse en teorías de rango medio. El punto medular es develar los mecanismos complejos a través de los cuales puede ser factible (o no) mantener acuerdos para el logro de resultados colectivos. Tal contingencia tiene relación con la naturaleza de las redes, la fluidez y la tensión entre interdependencia/independencia; a diferencia de las instituciones que tienen como finalidad la estabilidad intersistémica con un sustento normativo determinado.

En las redes los diferentes actores van aportando conocimiento de manera que éste se va transformando y enriqueciendo mediante la participación colectiva. En contrapartida, una limitante es el sentido pragmático que pudiera derivar en redes utilitaristas guiadas por el intercambio instrumental o el éxito.

MÉTODO

Se trabajó un enfoque mixto. La idea de combinar los enfoques cuantitativos y cualitativo es para triangular los resultados de la investigación obtenidos con cada uno de los enfoques. Asimismo, se considera que una visión desde elementos explicativos e interpretativos nos brinda una aprehensión más profunda del objeto de estudio.

Desde la mirada cuantitativa se hizo un estudio de tipo correlacional *ex post facto* no experimental, así como estadística no paramétrica (análisis de correspondencias simple y análisis de regresión múltiple). El estudio cualitativo se apoyó en la teoría fundamentada de Glase y Strauss.

Con la intención de encontrar respuestas a las preguntas formuladas se aplicó una encuesta (cuestionario y entrevista semiestructurada), siendo la recolección de datos de manera transeccional. La muestra elegida no es representativa de la población, más bien se estudiaron redes que lograron ser identificadas como tales (muestra por conveniencia).

Por ello, debido a las restricciones del tamaño de la muestra no probabilística ($n = 30$) de acuerdo con los criterios de validez externa, los resultados de la investigación no podrán ser generalizables a un universo mayor. Es decir, los resultados serán limitados al estudio de los casos indagados.

Las unidades de análisis de estudio son redes de conocimiento de investigadores de la Universidad Autónoma de Sinaloa, Universidad de Sonora, Universidad Autónoma de Baja California, CCS, CICESE Ensenada, el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, de Culiacán, Mazatlán y Hermosillo, considerando el periodo 2001-2007.

La primera parte de la investigación es de carácter descriptivo del proceso de formación de la red y su funcionamiento. Se da cuenta de: cómo se ha formado la red, cómo se clasifica, qué tipos de conocimientos fluyen en ella, formas de comunicación, qué resultados se están obteniendo a través de la estructura reticular, relación entre el proyecto de colaboración y la creación de espacios regionales de conocimiento, entre otros interrogantes.

En la segunda parte se analiza el desempeño de las redes. Es de mencionarse que el desempeño es considerado no sólo desde el rendimiento en términos de la eficacia y de la eficiencia de las redes (desempeño funcional o práctico) sino que también se considera un desempeño organizacional medido en términos de los mecanismos de integración.

RESULTADOS

Dimensión de génesis y desarrollo

Los sectores temáticos que participaron en la presente investigación muestran un carácter híbrido en el 36.7% de los casos. Vistos de manera separada prevalecieron los sectores agrícola (16.7%), el sector pesca (13.3%) seguidos de los sectores biología y ganadería. Dichos casos de estudio son coincidentes con las características socioeconómicas de la región noroeste.

El ámbito de los proyectos es regional en el 30% de los casos, y de un 23.3% tanto para el ámbito nacional como el internacional. Estos datos son relevantes en la medida en que reflejan el potencial de la formación de las redes de conocimiento que rebasan los aspectos locales (13.3%).

Dimensión morfológica

Al considerar una red pequeña en el rango de 1 a 9 actores, éstas fueron mayoritarias en un 60%, en una segunda clasificación en el rango mediano de 10 a 20 participantes se tuvo un porcentaje de 23.3%, y en una tercera clasificación con un tamaño mayor de 20 participantes correspondió el 16.7%. Una primera aproximación a los datos señala que los centros CONACYT se sitúan predominantemente en la formación de redes grandes y medianas, por su parte, las universidades públicas se concentran mayoritariamente en redes pequeñas.

La clasificación de las redes según su grado de consolidación obtuvo el mayor porcentaje para las redes en consolidación (40%), seguida de las redes consolidadas (30%) y de las redes en proceso de formación (26.7%). El desglose por tipo de institución muestra que los centros asociados tienen mayor puntaje en redes consolidadas y en proceso de formación, a su vez, las universidades públicas se concentran mayoritariamente en las redes en consolidación.

Los datos anteriores muestran una tendencia importante en la consolidación de las redes de conocimiento con un tamaño de las redes entre pequeñas y medianas.

Dimensión de la dinámica

En cuanto a la dirección del intercambio fue dominante de la academia a la empresa (96.7%). Dato que muestra la importancia de la investigación científica-tecnológica en las relaciones academia-academia y en el vínculo academia-empresa. Es decir, tanto en las universidades públicas como en los centros asociados sí se realiza investigación que está cubriendo necesidades de conocimientos para la región, el país e internacional.

Respecto a los tipos de recursos que más se intercambian, son conocimientos (31.2%), seguidos de recursos humanos (29.9%) y de infraestructura (24.7%). Los centros CONACYT obtuvieron mayores porcentajes en conocimientos y recursos humanos, y a su vez, en las universidades públicas destacaron los recursos económicos que aportan los organismos financiadores.

Dimensión de los contenidos

Un aspecto importante es el proceso de aprendizaje que se está viviendo en la red. En tal sentido, se reportan elevados porcentajes en los tipos de aprendizaje saber por qué, saber cómo y saber qué, y con un porcentaje ligeramente menor el saber quién.

En general, existe un predominio del conocimiento tácito o personalizado (53.3%) sobre el conocimiento codificado (46.7%). De éstos, las universidades públicas equipararon sus tipos de conocimiento, mientras que los centros CONACYT se inclinaron más por el conocimiento tácito.

Los datos indican que en los centros asociados hay una tendencia mayor por un tipo de conocimiento aplicado en relación a un tipo de conocimiento codificado.

En cuanto al ámbito de los conocimientos se encontró que dicho conocimiento se

considera relativamente nuevo en un 38%, mientras el conocimiento ya existente se identifica en un 36%, relegándose el conocimiento de frontera al 26%.

Dimensión de los resultados

La publicación de artículos conjuntos ocupó un 35.4%, seguido de la publicación de artículos individuales con el 31.3%. Hubo un índice bajo de patentes declarado en un porcentaje del 4.2%, tanto individual como de solicitud de patentes conjuntas.

Los principales resultados de los proyectos de investigación en términos de su orientación mostraron los porcentajes siguientes: la capacitación y/o formación de recursos humanos 19%, la mejora de un proceso 19%, la solución de un problema 17.1%, la transferencia de tecnología 13.3%, y la mejora de un producto 12.4%.

Los puntajes mayores para la mejora de un proceso, la formación de recursos humanos, transferencia de tecnología y la solución de un problema corresponden a las universidades públicas, por su parte, los centros asociados obtuvieron mejores puntajes en la mejora de un producto y en un nuevo proceso.

En la contribución del proyecto el mayor porcentaje fue para el desarrollo de la investigación científica con 43.3%, en segundo lugar, para generar un proceso de innovación con 33.3%, y en tercer lugar, para responder una política gubernamental con un 13.3%; llamó la atención el bajo porcentaje alcanzado en el rubro de resolver un problema social, con apenas el 10%.

Del detalle de los datos se observa la mayor tendencia de las universidades públicas para desarrollar la investigación científica, tocando a los centros asociados un mayor puntaje en generar un proceso de innovación.

Al considerar los factores que contribuyen a la consolidación del proyecto colaborativo destacan: la definición clara del objetivo (36.6%), el apoyo económico (28.2%) y las relaciones informales previas (18.3%). Los centros asociados le dan un mayor peso al

apoyo económico y las universidades públicas le dan más importancia a la definición clara del objetivo y a las relaciones informales previas.

Factores contextuales

Referente a la pregunta sobre si se considera que en México existen obstáculos que limiten el intercambio e interacción de conocimientos entre la academia y la empresa, las respuestas fueron afirmativas en el 73.3% de los casos y negativas en un 26.7%. Es de mencionarse que en conjunto las universidades públicas observan mayores obstáculos en el vínculo academia-empresa (81.3%) contra los centros CONACYT quienes observan un 64.3% de obstáculos en dicho vínculo. Por parte de las universidades públicas la UAS y el Unison son quienes ubican en mayor porcentaje los obstáculos; mientras que en los centros asociados el CIAD los observa en mayor medida en relación al CCS. Lo anterior es de importancia porque nos confirma la naturaleza de los centros CONACYT en orientar sus vínculos academia-empresa.

Mecanismos de integración y desempeño

En la tabla se relacionan los datos de los mecanismos de integración (confianza, traducción, negociación y deliberación) con el desempeño funcional:

Tabla 1. Mecanismos de integración y desempeño.

Institución	Confianza	Traducción	Negociación	Deliberación	Desempeño funcional
UAS	Alta	Regular	Regular	≈ Regular	Bueno
Unison	≈ Muy alta	≈ Alta	Regular	≈ Buena	≈ Bueno
UABC	Alta	Alta	Alta	Buena	≈ Bueno
CIAD	Muy alta	≈ Alta	≈ Regular	Regular	≈ Bueno
CCS	Muy alta	Regular	≈ Regular	Buena	Alto

Aun cuando las variables actúan de manera separada se puede observar que para valores altos y muy altos de confianza con valores buenos de la deliberación, manteniendo

valores regulares de la traducción y la negociación, los valores del desempeño son de buenos a altos. Lo que de manera genérica presenta evidencia a favor de la hipótesis "Valores altos de confianza y deliberación, con valores moderados de traducción y negociación, se correlacionan con valores altos del desempeño funcional de la red".

DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación nos muestran el grado de importancia que están cobrando las redes de conocimiento en todos los ámbitos: regional, nacional e internacional.

Aunque no en la magnitud que se requiere pero sí existen redes de investigadores de diferentes tamaños, grados de consolidación, y alcance de las mismas que mantienen vínculos con los sectores productivos y sociales.

De los resultados obtenidos se infiere que el grado de desarrollo en las redes de conocimiento, por su importancia en los estados es: Baja California, Sonora y Sinaloa, respectivamente.

Lo anterior tiene repercusiones en los ámbitos económico y social. Los datos que reflejan los resultados anteriores son los megaproyectos encontrados en el CICESE que impactan regional, nacional e internacionalmente. En Sonora, en el CIAD Hermosillo los investigadores desarrollan programas de investigación con fuertes vínculos ligados a empresas de la región, incluidas las dependencias federales y estatales de su entidad. En Sinaloa se están realizando proyectos de investigación colaborativos que aún requieren tiempo para madurar al ritmo de las entidades vecinas.

Tal como se puede observar, las redes de conocimiento están relacionadas intrínsecamente con espacios regionales de conocimiento, que a su vez impactan en los ámbitos económicos y sociales.

De esta manera el desarrollo regional se vincula con el apoyo económico que a través de las políticas públicas están teniendo los investigadores. Pero también, de su capacidad

de aprendizaje para generar nuevo conocimiento, a la vez que se integra con los sectores económicos en la solución de problemáticas estratégicas.

Mejorar su desempeño a través de estructuras red en mucho depende de su capacidad de aprendizaje, pero sobre todo del equilibrio adecuado de los mecanismos de integración.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Autónoma de Sinaloa, que a través del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación (Convocatoria 2006), financió la realización del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- Colás Bravo, Ma. P. (1998), Cap. 7, Enfoques en la metodología cualitativa: sus prácticas de investigación., en L. B. Eisaman, P. Colás Bravo y F. Hernández Pina, Métodos de investigación en psicopedagogía, Madrid, España, Mc Graw Hill.
- Law, J. y Hassard, J. (2005), Actor network theory and after, Reprinted, USA, Blackwell Publishing.
- Molina, José Luis (2001), El análisis de redes sociales, Una introducción, Barcelona, España, Ediciones Bellaterra.
- Ritzer, George (2002), Teoría sociológica moderna (Trad. Ma. Teresa Casado R., 5ª. Ed.), México, DF, Mc Graw-Hill.

EDUCACIÓN UNIVERSITARIA, VALORES Y VIRTUD CÍVICA: EL CASO DE LA LICENCIATURA EN COMERCIO INTERNACIONAL

Responsable del proyecto: Marcial Martínez del Villar.* Colaboradores: Susana Tejeda Cruz, Hortensia del Carmen Cárdenas Vázquez, Oscar García Celis, Adrián Herrera Hernández, María del Rosario Salman Valdez, Adela Morales Parra, Alfredo Avantes Valenzuela.

* Profesor e Investigador de la Licenciatura en Comercio Internacional de la Facultad de Ciencias Sociales y miembro del Cuerpo Académico: Estudios Sobre Globalización e Integración Económica. Correo electrónico: marcialmdv@hotmail.com

JUSTIFICACIÓN

Reforma económica, evaluación y educación con valores

En los últimos setenta años a la educación pública universitaria se le han agregado diversos adjetivos y, por supuesto, a cada uno de ellos les ha correspondido un compromiso social que va más allá de las tareas de formación académica y científica (Sánchez-Castañeda, 1993) Esta adjetivación, de las funciones universitarias, ha sido un fenómeno muy ligado a las políticas sexenales y a las coyunturas políticas y económicas (Hernández Yáñez, 1998).

En los años ochentas, y como una respuesta a la crisis económica atribuida al estado de bienestar, al populismo y al proteccionismo, se pone fin al modelo desarrollista y se inicia un proceso de reforma económica cuyos principios estuvieron muy ligados a los lineamientos sintetizados en el llamado "Consenso de Washington". La reforma promovió, entre otras cosas, el incremento en la participación de la iniciativa privada, la eficiencia del estado y una mayor competencia para acceder a los recursos escasos (Smith, 1997).

En el contexto de la reforma, o como subproducto de ella, se introduce el discurso de la evaluación ligado a la mejora de la eficiencia, la competitividad, la pertinencia y la calidad en la educación superior.

El discurso de la calidad en la educación superior evolucionó de un planteamiento meramente cuantitativo a incorporar criterios de evaluación de orden axiológico.

En el Programa Nacional de Educación (PNE 2001-2006), al hacer el diagnóstico de la educación superior se observa, entre otras cosas, que para contar con calidad los programas educativos, deben asegurar que el alumno aprenda lo previsto en los planes y programas de estudio, reforzar la evaluación de los aprendizajes y que los egresados cuenten con los conocimientos, *competencias y valores éticos de la profesión que eligieron*.

En el mismo documento se reconoce que la educación será columna vertebral del desarrollo y que el aprendizaje a lo largo de la vida será la piedra angular del desarrollo humano sostenible. La educación se visualiza como un sistema nacional que deberá intensificar *la educación ciudadana*.

Sobre este mismo tema tanto el Banco Mundial como la UNESCO coinciden en que la educación superior no se agota en la enseñanza de la ciencia y la tecnología. Es necesario que el estudiante reciba también una formación humanista orientada a desarrollar aptitudes que le permitan "algún grado de comprensión de los problemas de orden moral y ético, y experiencia en cuanto a reflexionar sistemáticamente respecto a ellos." (Banco Mundial, 2000, p.96), Además, en otro texto se afirma que "la transmisión de valores democráticos y normas culturales (contribuyen) a fomentar comportamientos cívicos, construcción de nación y cohesión social" (Banco Mundial, 2003, p. 36).

Para Kymlicka una de las instituciones, tal vez la única, que puede desarrollar un esfuerzo pedagógico encaminado a promover estos valores es la escuela. "la misión esencial de la escuela radica en preparar a cada generación

para que cumpla sus responsabilidades como ciudadano. No se trata sólo de aprender los hechos básicos acerca de las instituciones y los procedimientos de la vida política, también involucra una serie de disposiciones, virtudes y lealtades íntimamente vinculadas con la práctica de la ciudadanía democrática.” (Kymlicka, 2005, p. 48).

El análisis y seguimiento de los valores que interiorizan y modelan las prácticas académicas y sociales de los estudiantes universitarios es un tema que cada vez recibe más atención. En un estudio elaborado por la Escuela de Negocios de la Universidad de Harvard, titulado *Can ethics be thought?*, (se) “hizo un recuento de lo que sucedía con las cuestiones ligadas a la ética, tanto al interior del Campus universitario y de sus aulas, como en las directrices asumidas por los alumnos a través de los estudios profesionales, que proporcionaban capacidad de liderazgo en los negocios.” (Mureddu, 2003) Los resultados llevaron a los investigadores a cuestionarse si, ante la carencia de algunos valores fundamentales de los estudiantes y egresados, era necesario introducir la enseñanza de la ética en la universidad o si este paso se estaba dando demasiado tarde.

Este retorno al interés por la formación de ciudadanos obedece al supuesto de que “la salud y la estabilidad de una democracia moderna dependen no sólo de la justicia, de su estructura básica, sino también de las cualidades y actitudes de los ciudadanos.” (Ahora) “se requiere cierto nivel de virtud cívica y de espíritu público”. (Kymlicka, *op.cit.*, p. 49).

En México la gran mayoría de universidades, tanto del sector público como del privado, han retomado estas iniciativas e introdujeron, en diversas licenciaturas, no sólo en las ubicadas en las ciencias sociales y las humanidades, cursos relacionados con habilidades del pensamiento, ética, valores, civismo, ecología, etc., como una respuesta a esta tendencia. Sin embargo, son pocas, a juzgar por los estudios publicados, las que han evaluado los resultados sobre el compor-

tamiento de los estudiantes y menos todavía sobre los egresados (Moreno, 2005).

Universidad Autónoma de Sinaloa:
la definición de sus valores

Algunos investigadores de la Universidad Autónoma de Sinaloa, integrados al Centro de Investigación y Docencia Universitaria (CISE), han realizado esfuerzos por definir e identificar los valores que, por ejemplo, dan soporte ético a la práctica docente y política de los profesores y cómo estos coinciden o se confrontan con el discurso institucional (López Zavala, 2001).

Desde la administración universitaria también ya se planteó el objetivo de “identificar, reconocer y analizar los valores existentes en la institución, la filosofía educativa de la universidad y su manifestación en la vida diaria de los sujetos universitarios.” A través de un diplomado en valores universitarios e identidad institucional, organizado por la rectoría, se buscó “promover los valores deseables para la institución y los universitarios”. (Guevara, 1999).

En el Plan de Desarrollo institucional 2005-2009 presentado por la administración que recién inicia, se afirma lo siguiente:

“A la Universidad, por tradición y por vocación, le corresponde *participar en la recuperación de los valores perdidos* y en la *construcción de los que demandan los tiempos*.” (Cuén, 2005)

Luego se insiste en que la recuperación de estos valores institucionales se debe reproducir en el estudiante y el egresado para que cada uno actúe “cada vez de manera más íntegra en todas las situaciones, congruente entre el decir y el hacer, comportarse con rectitud, honorabilidad, solidaridad y sentido de justicia, y ejercitar el servicio profesional con transparencia, eficiencia, solidaridad, legalidad y equidad.” (Cuén, *op. cit.*).

Muy bien, entonces ¿de qué tamaño tiene que ser el esfuerzo para lograr esta recuperación? ¿Esos valores realmente se construyen en la práctica académica e institucional? ¿Cómo podemos registrarlos y darles

seguimiento? Estas preguntas son muy importantes y pueden agregarse otra. ¿Tienen las universidades alguna responsabilidad por los actos delictivos o inmorales de sus alumnos y egresados?

Algunos planteamientos teóricos acerca del tema de los valores

Poner énfasis en la educación superior soportada en valores supone que los valores con los que llega el estudiante a la universidad no son los deseables y que, sobre todo, tampoco han sido deseables con los que egresan. Mucho menos hay convencimiento sobre aquellos valores con que enfrentan la competencia laboral y hasta en su convivencia familiar o social. A pesar de que los valores son parte de la planeación en las universidades, no hay indicios que permitan conocer el impacto que han tenido sobre los estudiantes (Barba, 2005).

Al parecer existe un desfase entre los valores institucionales *versus* los que porta el estudiante al llegar, transitar y egresar de la universidad. Esta contradicción puede tener una respuesta en el hecho de que los estudiantes universitarios, como ciudadanos y miembros de una sociedad, construyen sus prácticas (su convivencia y competencia) en el contexto de una “sociedad posesiva de mercado” caracterizada, entre otras cosas, por:

Todos los individuos tratan racionalmente de elevar al máximo sus ganancias. La capacidad para trabajar de cada individuo es suya.

Los bienes y los recursos están a disposición de los individuos que puedan y deseen adquirirlos.

Algunos individuos siempre desean ingresos o poder superior al que poseen. Algunos individuos tienen más energía, capacidad y habilidades para obtener bienes o poder (Macpherson, C. B. 1970).

Para Macpherson la característica fundamental de esta sociedad “consiste en que los hombres han de calcular cuáles son las

conductas más rentables para ellos y emplear su trabajo, su pericia y sus recursos como señala ese cálculo.” Y agrega, “el modelo del mercado posesivo permite a los individuos que deseen más placeres de los que ya tienen tratar de hacerse para su propio uso con los poderes naturales de otros.” (Macpherson, 1970, pp. 59-60).

En esta sociedad, quienes se conforman con los bienes, el poder y la capacidad que ya tienen, siempre correrán el riesgo de perder lo que han alcanzado, porque en la competencia los que no están satisfechos siempre estarán dispuestos a tomar lo que otros no desean o no pueden obtener. “Es una sociedad en la que los hombres que desean más pueden tratar continuamente –lo hacen– de conseguir parte de los poderes de otros, de un modo que obliga a todos a competir para conseguir más poder, y todo por métodos pacíficos y legales que no destruyen la sociedad por la fuerza declarada.” (*op. cit.* p. 60) Sin duda esta sociedad satisface plenamente el modelo de Hobbes, en el cual “la esperanza que cada uno tenga de su seguridad y de su conservación consiste en poder adquirir ventajas sobre su prójimo con sus propias fuerzas y capacidad, franca o engañosamente.” (Hobbes, 1999, p. 50) Así, el deseo de poseer más bienes que otros se convierte en una virtud porque “la codicia de grandes riquezas, y la ambición de grandes honores son honorables, como signos de poder para obtenerlas. La codicia y ambición de pequeñas ganancias o preeminencias es deshonrosa.” (Hobbes, 1984, p. 105) Ahora bien, “como no se puede quitar de la mente de los hombres la ambición ni la avidez de honores, no es deber de los gobernantes ocuparse de ello.” (Hobbes, 1999, p. 117).

El individuo que hace de la competencia y la acumulación de bienes una virtud, es retomado por Adam Smith en *la Teoría de los sentimientos morales* (Smith, Adam, 2004). Posteriormente John Stuart Mill, sostendría que estos actos son correctos en la medida que tienden a promocionar la felicidad de los individuos (Mill, 2000). A ellos les podemos

agregar otros autores como Locke, Hamilton, Schmitt, Berlin y Rawls.

Si consideramos que la sociedad de mercado tiene una gran influencia en la formación de los valores, entonces las instituciones de educación superior están asumiendo un reto que va más allá de la mera eficiencia en la formación de profesionales “altamente capacitados”, ahora también se cuestionan y comprometen a participar en la formación ética de estudiantes y egresados.

Las universidades, en un contexto de globalización y competencia, encaran entonces el reto de formar a los “hijos del liberalismo (Berkowitz, Peter, 2001); los cuales están caracterizados por sus prácticas competitivas y egoístas, en el terreno económico y; por la apatía y la displicencia a la hora de cumplir con sus obligaciones cívicas. (Velasco, 1999).

El concepto de ciudadano virtuoso ha cobrado gran relevancia como una opción ante el ciudadano liberal egoísta. Esta concepción de ciudadano tiene sus raíces en una tradición republicana a la que recientemente también se le ha dado en llamar comunitarista.

El discurso del republicanismo se sitúa en el terreno del deber ser. Se trata de una representación simbólica de lo que la sociedad debería ser si ésta fuera reordenada. La clave del modelo republicano se haya en el principio platónico de que la vida buena del individuo se relaciona, inevitablemente, con la comunidad buena. Este es entonces el único régimen en donde el hombre puede alcanzar los más altos valores de la vida en sociedad. Precisamente esa vida dedicada a la búsqueda y práctica de valores se convierte en interés cívico.

Pero si solamente en la República existen condiciones para promover el interés cívico, el problema es entonces cómo lograr su permanencia y estabilidad política. Porque la república siempre estará sometida a dos peligros: la corrupción del tiempo y la amenaza externa. O, en palabras de Maquiavelo, siempre estará expuesta a los golpes de la fortuna. Para evitar estos golpes, se debe renovar a menudo. “El modo de

renovarlas es, como se ha dicho, reducir las a sus principios. Porque todos los principios tienen forzosamente alguna bondad” (Maquiavelo, 2003, p. 305). Esta renovación se realiza gracias a la valentía de los hombres que, al poner en práctica su interés cívico, alcanzan también la virtud cívica. Cuando la renovación no existe o se vuelve infrecuente se da tiempo a los hombres para que puedan corromperse. Por ello, entre el presente y la reafirmación de los principios “no debería transcurrir un espacio mayor de diez años, ya que pasado ese tiempo los hombres comienzan a cambiar las costumbres y a transgredir las leyes” (*op. cit.*, pág. 308) Y para evitar la amenaza externa “no hay cosa más necesaria para la vida de una comunidad, sea secta, reino o república (nosotros podríamos agregar a la universidad), que devolverle la reputación que tenía en sus orígenes, y procurar que sean los buenos ordenamiento o los hombres buenos los que cumplan esa función, en vez de una fuerza extrínseca.” (*op. cit.*, pp. 310-311).

Aunque Maquiavelo es más conocido bajo la vertiente monárquica de *El Príncipe*, su postura republicana ha sido de gran influencia. Según Chabod, el primero en acercársele fue Jean Bodin (Chabod, 1984), mientras que “toda la obra de Montesquieu respira la influencia de los Discorsi y Rousseau le rinde un homenaje explícito en el Contrato Social.” (Hilb, 2000, p. 128).

Al igual que en el liberalismo, el republicanismo tiene una gran cantidad de seguidores entre los que destacan aquellos que han retomado el discurso maquiaveliano de la virtud cívica: Pocock, Skinner, Strauss, MacIntyre, Viroli, Kymlicka y Pettit, entre otros.

MARCO METODOLÓGICO

El trabajo tiene dos vertientes complementarias: una, que consiste en la revisión de las principales corrientes de la teoría política y la teoría educativa, que abordan el tema de los valores y las virtudes cívicas. Y, la otra, dirigida

a registrar y dar seguimiento a los valores de los estudiantes de la Licenciatura en Comercio Internacional de la Facultad de Ciencias Sociales y que forman parte de la generación 2006-2010. Obviamente intentamos contrastar los elementos teóricos con ciertos indicadores empíricos que construimos a través de un registro de los valores. Este registro lo hicimos a través de un cuestionario similar al formato Likert, aunque lo adaptaremos a las necesidades de nuestra investigación.

Los valores a los cuales se les da seguimiento son aquellos que están implícitamente expuestos en el Plan Buelna y en el Plan de estudios de la Licenciatura en comercio Internacional así como los explícitamente definidos en la Misión, visión y valores de ambos documentos.

Además de la encuesta complementamos la información con otras metodologías observacionales y narrativas, tales como el registro anecdótico: consistente en el registro de incidentes o anécdotas en las que se manifiestan comportamientos o actitudes significativas y nuevas. Esto nos ha permitido observar cambios o afirmaciones de valores en el contexto en que suceden.

Por el momento, identificamos a los valores en los términos que Durkheim definía a los hechos sociales. Es decir, como factores inmateriales, externos y coercitivos porque no existe ningún plan premeditado o estructurado para imponerlos, simplemente son el resultado de una práctica social generalmente aceptada (Durkheim, 1984).

Entonces, existen valores derivados de la práctica social a los cuales denominamos valores socialmente inducidos y valores promovidos por la universidad a través de la academia y la convivencia en el ámbito universitario y a los cuales denominaremos valores académicamente inducidos o valores universitarios.

Si retomamos la tradición liberal, los valores socialmente inducidos son los que se adaptan perfectamente a la naturaleza humana, mientras que los derivados de la

academia pueden ser considerados como desnaturalizados (Oldfield, 1990), Durkheim identificaría esta diferencia como normal y patológica.

Desde la perspectiva republicana, los valores que posee el individuo y que son puestos en práctica para beneficio colectivo los denominaremos virtudes cívicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Banco Mundial (2000), *La educación superior en los países en desarrollo: peligros y promesas*, Banco Mundial UNESCO, Washington, D.C. 2000.
- Banco Mundial (2003), *Construir sociedades de conocimiento: nuevos desafíos para la educación terciaria*, Banco Mundial, Washington, D.C.
- Barba Martín, Leticia (2005), "Los valores y la formación universitaria", en *Reencuentro: Análisis de problemas Universitarios*, núm. 38 pp. 16-23.
- Berkowitz, Meter (2001), *El liberalismo y la virtud*, Editorial Andrés Bello, Barcelona.
- Chabod, Federico (1984), *Escritos sobre Maquiavelo*, FCE, México.
- Cuán Ojeda, Héctor Melesio (2005), *Programa Buelna de Desarrollo Institucional 2005-2009: Propuesta para un nuevo modelo educativo centrado en la calidad*, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sin.
- Durkheim, Emilio (1984), *Las reglas del método sociológico*, Ediciones del Quinto Sol, México.
- Guevara Reynaga, Jorge Luis (1999), *Diplomado en valores universitarios e identidad institucional*, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sin.
- Hernández Yáñez, María Lorena (1998), "Políticas estatales en materia de evaluación", en *Tres décadas de políticas del Estado en la educación superior*, ANUIES, México.
- Hilb, Claudia (2000), "Maquiavelo, la República y la Virtú", en *Tomás Varnagy, comp. Fortuna y virtud en la República*

- democrática. Ensayos sobre Maquiavelo, CLACSO, Buenos Aires.
- Hobbes, Thomas (1999), Tratado sobre el ciudadano, Editorial Trotta, Madrid.
- Kymlicka, Wil (2005), “La escuela y la formación del ciudadano”, Educación 2001, núm. 125, pp. 48-55.
- López Zavala, Rodrigo (2001), Valores educativos, liderazgo y modernidad en la universidad pública, Acción educativa, revista electrónica, núm. 1.
- Macpherson, C. B. (1970), La teoría política del individualismo posesivo. De Hobbes a Locke, Editorial Fontanella, Barcelona.
- Maquiavelo, Nicolás (2003), Discursos sobre la primera década de Tito Livio, Alianza Editorial, Madrid.
- Mill, John Stuart (2000), Sobre la libertad, Alianza Editorial, Madrid.
- Moreno Olivos, Tiburcio y María de los Ángeles Gómez López (2005), “Formación y valores”, en Patricia Ducoing Watty (Coord.), Sujetos, actores y procesos de formación, IPN-COMIE, México, tomo II, pp. 369-405.
- Mungaray Lagarda, Alejandro y Juan Manuel Ocegueda (1998), “La educación superior en la integración de América del Norte, en Sylvie Didou Aupetit y otros, Integración económica y políticas de educación superior, ANUIES, pp. 187-212.
- Mureddu Torres, César (2003), Valores en la educación, Reencuentro, núm. 38.
- Oldfield, Adrian (1990), Citizenship: an unnatural practice? The Political Quarterly, vol. 61, pp. 177-187.
- Quentin Skinner (2004), La libertad antes del liberalismo, CIDE-Taurus, México.
- Rawls, John (1996), Sobre las libertades, Paidós, Barcelona.
- Rawls, John (2003), Liberalismo político, FCE, México.
- Sánchez-Castañeda, Alfredo y Caballero Juárez, José Antonio (1993), La vinculación en las instituciones de educación superior y en las universidades, autonomía y sociedad, UNAM, México.
- Smith, Adam (2004), La teoría de los sentimientos morales, Alianza Editorial, Madrid.
- Velasco Gómez, Ambrosio (1999), “Democracia liberal y democracia republicana”, Araucaria, núm. 1, pp.72-82.

JERARQUIZACIÓN DE VALORES EN EL TRABAJO RELACIONADO CON LAS VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS: EL CASO DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA DE SINALOA, MÉXICO

Nora Teresa Millán López^{1*}, Coordinación General de Investigación y Posgrado, Héctor Gabriel Zazueta Beltrán^{2*} Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma de Sinaloa, Blvd. de las Américas y Josefa Ortiz de Domínguez, Culiacán, Sinaloa. Tel. /Fax: (667)7594535. ^{1*}noratml@gmail.com, ^{2*}hzeta28@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Aunque los valores han sido retomados como un estilo de dirección de empresas y han sido citados con multiplicidad desde los años noventa del siglo pasado hasta nuestros días, ellos han existido desde hace muchos años; los valores son un concepto que no pasa de moda, constantemente tenemos que estarlos retomando: en la vida y en el trabajo, si queremos dar dirección a los dos anteriores contextos. Construir o crear confianza es uno de los retos centrales para dirigir con un estilo de dirección centrado en valores, para conformar una plantilla laboral que permita a las empresas obtener los resultados que los accionistas esperan de ella (García y Dolan, 1997).

Este estudio fue realizado intentando dar respuesta a las siguientes interrogantes:

1. ¿Cuáles son los valores importantes para los trabajadores?
2. ¿La jerarquización de los valores en el trabajo difiere al observar las variables socio demográficas?

MÉTODO

Diseño de los instrumentos de la investigación

Se elaboró un instrumento con treinta ítems relacionados semánticamente con un listado de treinta valores. En el mismo instrumento se solicitaba información del perfil socio demográfico del entrevistado.

Selección de la muestra

Se optó por seleccionar a la industria alimentaria del estado de Sinaloa, México, por considerarla importante en la economía regional y por ser esta geografía la residencia de los autores. La empresa estudiada se dedica a procesar y comercializar bebidas lácteas, de sabores y agua natural, principalmente, tiene una nómina de 900 trabajadores aproximadamente y tiene presencia en diversos municipios de la entidad. La muestra de trabajadores estudiada se ubicó en las ciudades de: Culiacán, Mazatlán, Los Mochis, Guamúchil y La Cruz de Elota. En el mes de septiembre de 2006 se visitaron las instalaciones de las ciudades arriba mencionadas y se encuestaron frente a frente a un total de 190 empleados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Jerarquización de los valores en el trabajo de los empleados

De acuerdo con Rokeach (1973) es en la cúpula del sistema de valores jerarquizados por las personas donde se presentan los mayores conflictos a la hora de decidir su conducta ante las situaciones de la vida. Es por ello que se observaron sólo los primeros cinco valores de los trabajadores. En la tabla 1 se muestran los primeros cinco valores jerarquizados en orden de importancia para el total de la muestra estudiada. Para el total de la muestra el valor más importante es "Justicia en el sueldo", un resultado que coincide con lo que sostienen Pelled y Hill (1997) cuando

dicen que los mexicanos generalmente ven al trabajo como un mal necesario que puede ser pospuesto en el orden de disfrutar cosas más importantes en la vida familiar, amigos y otros placeres terrenales para los cuales el trabajo les provee recursos. También, se podría reflexionar que en un país económicamente subdesarrollado donde los sueldos son bajos y las carencias materiales altas, era de esperarse que los trabajadores marcaran alto a la justicia en el sueldo.

Tabla 1. Los cinco valores más importantes para los trabajadores.

#	VALOR	N	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR
1	Justicia en el sueldo	190	0,954	0,080
2	Seguridad para desarrollar el trabajo	190	0,937	0,082
3	Capacitación	190	0,928	0,091
4	Desarrollo profesional	190	0,923	0,100
5	Responsabilidad	190	0,920	0,093

Jerarquización de los valores considerando algunas variables socio demográficas

Por la variable género

En México, como en muchos países del mundo, la mujer de hoy va escalando puestos en la estructura organizativa de las empresas, a diferencia del ayer que se encontraba en una situación de marginación cuando solamente desempeñaba trabajos operativos y rutinarios. A continuación se presentan los resultados arrojados en las muestras de hombres y mujeres del estudio de campo. En la tabla 2 se observa que los hombres marcaron a la justicia en el sueldo como el valor primero, posteriormente marcan a la flexibilidad, a la seguridad para desarrollar el trabajo, al desarrollo profesional y por último a la capacitación.

Tabla 2. Jerarquización de los primeros cinco valores importantes para los hombres.

#	VALOR	N	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR
1	Justicia en el sueldo	164	0,955	0,079
2	Flexibilidad	164	0,938	0,564
3	Seguridad para desarrollar el trabajo	164	0,932	0,084
4	Desarrollo profesional	164	0,927	0,085
5	Capacitación	164	0,924	0,082

En la tabla 3 se muestra que las mujeres marcaron la seguridad para desarrollar el trabajo como el valor primero, posteriormente marcaron al respeto, a la justicia en el sueldo, la capacitación y por último a la autonomía.

Tabla 3. Jerarquización de los primeros cinco valores importantes para las mujeres.

#	VALOR	N	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR
1	Seguridad para desarrollar el trabajo	26	0,978	0,052
2	Respeto	26	0,965	0,065
3	Justicia en el sueldo	26	0,952	0,085
4	Capacitación	26	0,952	0,085
5	Autonomía	26	0,958	0,079

El valor justicia en el sueldo, marcado como el valor más alto por los hombres, confirma los planteamientos de diferentes autores (Ej. Abboushi, 1990; Abu-Saad e Isralowitz, 1997) que sostienen que los hombres están más orientados que las mujeres hacia el dinero. Es de suponer que en las culturas clasificadas como "machistas" en donde el hombre predominantemente juega el rol del sostén económico de la familia y donde la mujer desempeña el rol de cuidadora del hogar y de la familia, el valor justicia en el sueldo tiende a ser aun más importante para los hombres que para las mujeres en comparación con las culturas donde la mujer juega un rol de mayor participación en la economía del hogar. Además, en las tablas 2 y 3, se aprecian intersecciones entre los primeros cinco valores de ambos sexos en: justicia en el sueldo,

seguridad para desarrollar el trabajo y en capacitación. Tres valores considerados en otros estudios como masculinos, pero es observable que los hombres los marcaron más alto que las mujeres.

Para analizar la situación del rol que juega la mujer en el hogar en relación con su participación económica en el mismo, se procedió a observar la muestra de mujeres sin esposo (solteras, separadas o viudas) y con hijos. Dichas mujeres por ende son los pilares económicos de sus casas y podrían parecerse, por el rol que juegan, a los hombres. En la tabla 4 se aprecia que el valor justicia en el sueldo no aparece en ninguno de los primeros cinco lugares dentro de la jerarquía de valores de las referidas mujeres, situación extraña ya que se podría suponer que la mujer como sostén económico de su familia marcaría alto este valor. En la misma tabla, se observa que los otros cuatro valores (seguridad para desarrollar el trabajo, respeto, capacitación y autonomía) son idénticos a los otros cuatro valores marcados como importantes por las mujeres en general sin considerar si eran casadas o si tenían o no dependientes económicos. Por lo tanto, se puede asumir que el rol que juega la mujer como pilar económico de su hogar incide poco en la jerarquización de sus valores. Esto difiere, en alguna medida, con lo planteado por Schwartz (1999) y Rokeach (1973) cuando dicen que los valores son ordenados jerárquicamente dependiendo del contexto y de la situación en que se encuentren los individuos.

Tabla 4. Jerarquización de los primeros cinco valores importantes para las mujeres sin esposo y con hijos.

#	VALOR	N	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR
1	Seguridad para desarrollar el trabajo	18	0,983	0,051
2	Seguridad de conservar el trabajo	18	0,967	0,069
3	Respeto	18	0,967	0,069
4	Capacitación	18	0,956	0,086
5	Autonomía	18	0,950	0,079

Por la variable edad

Cherrington (1977) encontró en sus investigaciones que los trabajadores jóvenes están más orientados hacia el dinero que los trabajadores de mayor edad. Aunque en el artículo de Cherrington (1977) no se observan los rangos de edad que se utilizaron en el mismo. Ya que en el desarrollo de una vida normal el dinero va adquiriendo carácter situacional dependiendo de la edad y el contexto del individuo.

A continuación se muestran cuatro tablas que muestran los valores por edad.

Tabla 5. Jerarquización de los primeros cinco valores importantes para los empleados con edades entre 19 y 25 años.

#	VALOR	N	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR
1	Justicia en el sueldo	57	0,949	0,085
2	Seguridad para desarrollar el trabajo	57	0,942	0,075
3	Desarrollo profesional	57	0,942	0,075
4	Capacitación	57	0,935	0,086
5	Responsabilidad	56	0,929	0,095

Tabla 6. Jerarquización de los primeros cinco valores importantes para los empleados con edades entre 26 y 30 años.

#	VALOR	N	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR
1	Justicia en el sueldo	43	0,958	0,082
2	Seguridad para desarrollar el trabajo	43	0,928	0,098
3	Pasión por lo bien hecho	43	0,921	0,119
4	Desarrollo profesional	43	0,916	0,097
5	Capacitación	43	0,914	0,106

Tabla 7. Jerarquización de los primeros cinco valores importantes para los empleados con edades entre 31 y 40 años.

#	VALOR	N	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR
1	Justicia en el sueldo	69	0,957	0,074
2	Seguridad para desarrollar el trabajo	69	0,942	0,077
3	Capacitación	69	0,932	0,080
4	Reconocimiento	69	0,920	0,081
5	Autonomía	69	0,920	0,083

Tabla 8. Jerarquización de los primeros cinco valores importantes para los empleados con edad mayor a los 40 años.

#	VALOR	N	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR
1	Justicia en el sueldo	16	0,956	0,081
2	Eficiencia	16	0,956	0,051
3	Pasión por lo bien hecho	16	0,950	0,082
4	Autonomía	16	0,944	0,081
5	Formalidad	16	0,944	0,096

Al analizar las anteriores cuatro tablas se observa que de los 19 a los 40 años los valores “justicia en el sueldo”, “seguridad para desarrollar el trabajo” y “capacitación” son valores importantes para los trabajadores y que, al menos en este rango, la edad es una variable que no les determina la importancia. Sin embargo, a partir de los cuarenta años de edad los trabajadores tendieron a marcar diferente sus primeros cinco valores importantes. Coincidiendo únicamente el valor “justicia en el sueldo”. De aquí se infiere que el valor “justicia en el sueldo” es importante para los trabajadores sin importar la edad que ellos tengan.

Por el nivel máximo de estudios

Esta variable ha sido poco estudiada en las investigaciones sobre valores. El grado académico que tenga el trabajador le genera un contexto extrínseco al trabajo y una valoración del mismo, diferente. Era de suponerse que los trabajadores de menor nivel

de estudios presentaran diferentes percepciones relacionadas con los valores en el trabajo que los empleados que tuvieran preparación académica superior.

Al observar las cuatro tablas siguientes se aprecia que el valor “justicia en el sueldo” aparece dentro de los primeros cinco valores sin importar el estudio que tengan los trabajadores. Mientras que el valor “seguridad para desarrollar el trabajo” aparece en todas las clasificaciones excepto en los que tienen únicamente primaria. Se podría inferir que los trabajadores son más conscientes de los riesgos laborales cuando tienen mayor escolaridad. De igual manera, el valor “desarrollo profesional” fue marcado alto por los trabajadores que tienen preparatoria y por los que tienen licenciatura, lo cual se explica porque para estos trabajadores las expectativas de ascender en la escala organizativa son mayores que para los empleados con menor grado de estudios.

Tabla 9. Jerarquización de los primeros cinco valores importantes para los empleados con estudios de primaria.

#	VALOR	N	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR
1	Pasión por lo bien hecho	18	0,972	0,067
2	Justicia en el sueldo	18	0,967	0,069
3	Ilusión	18	0,967	0,069
4	Respeto	18	0,956	0,062
5	Desarrollo profesional	18	0,956	0,070

Tabla 10. Jerarquización de los primeros cinco valores importantes para los empleados con estudios de secundaria.

#	VALOR	N	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR
1	Justicia en el sueldo	61	0,949	0,087
2	Seguridad para desarrollar el trabajo	61	0,925	0,096
3	Responsabilidad	61	0,920	0,098
4	Flexibilidad	61	0,915	0,091
5	Capacitación	61	0,903	0,105

Tabla 11. Jerarquización de los primeros cinco valores importantes para los empleados con estudios de preparatoria.

#	VALOR	N	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR
1	Justicia en el sueldo	69	0,951	0,080
2	Seguridad para desarrollar el trabajo	69	0,943	0,076
3	Autonomía	69	0,941	0,069
4	Desarrollo profesional	69	0,933	0,078
5	Reconocimiento	69	0,929	0,081

Tabla 12. Jerarquización de los primeros cinco valores importantes para los empleados con estudios de licenciatura.

#	VALOR	N	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR
1	Capacitación	37	0,973	0,056
2	Justicia en el sueldo	37	0,965	0,072
3	Seguridad para desarrollar el trabajo	37	0,954	0,069
4	Reconocimiento	37	0,935	0,079
5	Desarrollo profesional	37	0,935	0,086

CONCLUSIONES

Las conclusiones que a continuación se dictan son un primer acercamiento al campo de los valores en el trabajo de los empleados del estado de Sinaloa, México.

Una vez que se han analizado las jerarquizaciones de los primeros cinco valores considerando cada una de las variables antecedentes, se podrá concluir cuáles son esos cinco valores que permitirían integrar y cohesionar un estilo de dirección centrada en valores (Dirección Por Valores, DPV; García y Dolan, 1997) para la empresa estudiada, ya que estos valores fueron los más votados dentro de los cinco más importantes en la mayoría de las variables antecedentes (sin considerar la media, sólo se consideró los cinco valores con las frecuencias mas altas). En la figura 1 se muestra cómo han quedado ubicados los valores de acuerdo a su intersección en cada una de las variables

antecedentes, esto significa que los valores "justicia en el sueldo", "seguridad para desarrollar el trabajo", "capacitación", "desarrollo profesional" y "autonomía" son los valores que más han sido votados como más importantes y que coinciden en la mayoría de las mencionadas variables, son la moda dentro de la cúpula de los cinco valores catalogados como más importantes.

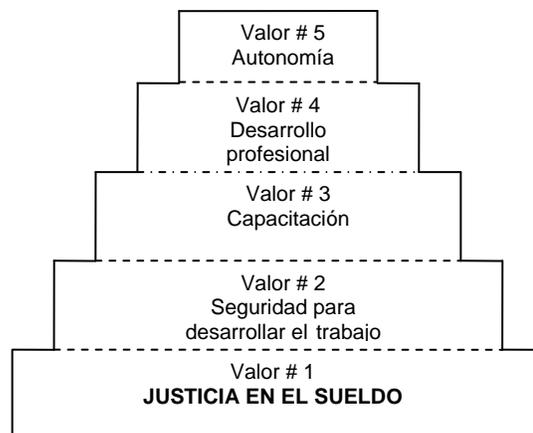


Figura 1. Ubicación Jerárquica de los 5 valores más votados en los diversos grupos de las variables antecedentes.

De la figura 1 se obtiene un enunciado que contiene a los cinco valores que son de mayor importancia para los trabajadores de la empresa estudiada, independientemente de las variables socio demográficas; el cual dice que los trabajadores desean que: se les pague un sueldo justo, se les proporcione el equipo adecuado para trabajar con seguridad, se les capacite para el puesto, se le brinden oportunidades para subir de puesto y que la empresa confíe en que son capaces de desarrollar su trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Autónoma de Sinaloa, que a través del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación, PROFAPI, Convocatoria 2006, financió la realización del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- Abboushi, Suhail (1990), Impact of individual variables on the work values of Palestinian Arabs, *International Studies of Management and Organizations*, vol. 20, 3, pp. 53-68.
- Abu-Saad, Ismael; Isralowitz, Richard E. (1997), Gender as a determinant of work values among University Students in Israel, *Journal of Social Psychology*, vol. 137, Issue pp. 6, 14.
- Cherrington, David. (1977), The values of younger workers, *Business Horizons*, november.
- García, S.; Dolan, S. L. (1997), *La dirección por valores*, España, McGraw-Hill /interamericana de España, S.A.U, Madrid.
- Pelled Lisa, Hope; Hill Kenneth, D. (1997), Employee work values and organizational attachment in north mexican maquiladoras, *The International Journal of Human Resource Management*, vol. 8, 4, pp. 495-505.
- Rokeach, M. (1973), *The nature of human values*, New York, The Free Press, USA.
- Schwartz, Shalom H. (1999), A theory of cultural values and some implications for work, *Applied Psychology*, vol. 48 Issue 1, pp. 23-55.

LA PROBLEMÁTICA DE LOS TRABAJADORES AGRÍCOLAS MÉXICO-ESTADOS UNIDOS

Florencio Posadas Segura. Profesor-Investigador. Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales de la UAS.
Correo electrónico: posadas@uas.uasnet.mx; flopose@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En este trabajo, se utilizan y relacionan conceptos tales como clases, sujetos, actores y movimientos sociales, provenientes de diversos enfoques de pensamiento, pero que no se consideran excluyentes sino complementarios. Se trata de un enfoque teórico abierto que pretende articular distintas unidades de análisis, intento que ya ha sido emprendido de manera fructífera en el estudio de movimientos sociales urbanos. Los estudios sobre movimientos sociales tradicionalmente se han ceñido al estilo de la *crónica* que convierte automáticamente a la clase en sujeto y actor. En cambio, en esta investigación alternativa se aborda la relación entre estructura y acción mediada por los propios sujetos. Por ello, la justificación teórica del presente trabajo, consiste en que la utilización de conceptos tales como estructura, subjetividad, identidad, voluntad y movimiento, así como los de clase social, segmento no clasista, sujeto y actor, no son excluyentes sino complementarios, en un enfoque teórico abierto, que en principio retoma las propuestas epistemológicas, teóricas, metodológicas y técnicas de diversos especialistas en movimientos sociales (Zemelman, 1987:63-64, 141-167; Durand y Cuellar, 1989:40; De la Garza, 1993:15-18) y que estaría usando por segunda vez, en el ambiente de las acciones colectivas y movimientos sociales de asalariados agrícolas, después de una investigación exitosa para tesis doctoral (Posadas, 2002, 2005).

No obstante, las referencias teóricas generales corresponden tanto a la realidad latinoamericana y mexicana, porque el antecedente inmediato de esta investigación se sustenta con estudios de caso en el Noroeste mexicano, como a la realidad norteamericana, particularmente a la del

Suroeste, donde se ha extendido nuestra investigación sobre trabajadores agrícolas.

Los estudios de caso propuestos no sólo para el valle de Culiacán, Sinaloa, sino también para el valle central de California, son pertinentes y convenientes, dado que el objeto de estudio— la problemática de los trabajadores agrícolas mexicanos que participan en movimientos sociales en México y Estados Unidos— se consideró para su estudio y actualización en función de las "asimetrías" y diferencias del caso, en la agricultura intensiva del Noroeste de México y el Sudoeste de Estados Unidos, para lo cual será obligatorio considerar las referencias teóricas y adaptaciones empíricas que representan la distinción con la realidad norteamericana. Lo antes dicho, supone una gran creatividad teórico-metodológica, dado que, el estatuto teórico para el análisis de los fenómenos sociales es diferente en el caso de los países desarrollados y no desarrollados. En el caso de nuestro objeto del estudio, éste tiene un carácter dual, pues se manifiesta tanto en México como en Estados Unidos.

Seleccionar la región del Noroeste de México y el Sudoeste de los Estados Unidos para nuestro estudio de caso, está justificado en función de la similitud y competitividad de sus agriculturas intensivas. El Noroeste de México encabezado por Sinaloa, por ejemplo, produce y exporta las hortalizas con el que nuestro país controla la mitad de mercado de los Estados Unidos y California con 24 billones de dólares producidos anualmente, es la primera economía agrícola del vecino país. Sinaloa y California, son los estados con una agricultura más desarrollada tanto en México como en Estados Unidos, respectivamente. En dichas entidades se concentra la mayor cantidad de trabajadores agrícolas mexicanos, en cada nación: más de un cuarto de millón en Sinaloa, cerca de un millón en California. El

período 1965-2005, también está justificado porque coincide con el fin del Programa Bracero 1942-1964 y el principio de una gran migración de obreros agrícolas mexicanos, migrantes y no migrantes, temporales y definitivos a los Estados Unidos, así como su participación en acciones colectivas y movimientos sociales diversos que se extienden hasta nuestros días, en los que el Senado norteamericano aprobó la construcción de un muro de contención a la oleada de trabajadores indocumentados, en tanto que, la posibilidad de un nuevo acuerdo migratorio, constituye el primer punto, en el calendario bilateral de las relaciones de México con Estados Unidos.

La presente investigación en proceso, está dividida en tres etapas anuales relacionadas e independientes entre sí, que dio inicio en enero de 2005-2006 y su terminación está prevista para junio de 2008. El calendario de actividades toma en consideración la participación de estudiantes de licenciatura y doctorado en Ciencias Sociales y pretende acoplar el ritmo de su formación con el desarrollo de las actividades de investigación del proyecto. En la primera etapa, la investigación se concentra alrededor del estudio sobre trabajadores agrícolas en el valle de Culiacán y el 1-2 de diciembre de 2005 realizamos un Seminario Internacional en colaboración con la FMOPDDH, UdeO, CES, GOBSIN, CAADES Y CEDHS, en donde se expusieron resultados parciales de la investigación en proceso. En la segunda etapa, en 2006-2007, la indagación versa sobre el estudio de trabajadores agrícolas mexicanos en California y al final se organizará otro evento científico, para hacer públicos los resultados parciales de la investigación. Durante la tercera etapa, en 2007-2008, se realizará el análisis comparativo de similitudes y diferencias de los casos estudiados; se llevará a cabo trabajo de campo complementario y se organizará un Coloquio Internacional en Culiacán, para dar cuenta de los resultados preliminares de la investigación, así como en dos publicaciones, una del

responsable y otra colectiva coordinada por el responsable, derivada del Coloquio, con la participación tanto de jóvenes investigadores como de destacados especialistas nacionales e internacionales.

METODOLOGÍA

Con la apertura, flexibilidad y creatividad consideradas pertinentes, en el presente trabajo de investigación, los conceptos ordenadores y la operacionalización de conceptos toman como referentes válidos la construcción de una serie de conceptos ordenadores e indicadores, diseñados por varios autores expertos en la problemática de los sujetos y actores sociales (Zemelman, 1987:63-64,141-167; Durand y Cuellar, 1989:40; De la Garza, 1993b:15-18).

La presente indagación sobre la problemática de los trabajadores transmigrantes, incluye de 2005 a 2008 investigación teórica y empírica; de gabinete y de campo. Abarca fases diferentes de investigación bibliográfica (literatura); hemerográfica (periódicos); documental y/o archivo (fuentes básicas para base de datos); diseño, prueba y aplicación de encuestas y entrevistas, así como el enfoque de la investigación para la acción, esto es, la evaluación y diseño de políticas públicas.

La investigación bibliográfica, abarca autores y textos referidos a la realidad mexicana y norteamericana. Esta actividad se ha llevado a cabo en 2005, 2006 y 2007.

El estudio hemerográfico, se ha efectuado en 2005-2006 fundamentalmente –pero, no únicamente– en los periódicos locales principales, en el período 1965-2005, principalmente en las secciones sobre política, municipios, condados, sociedad y justicia, trabajadores agrícolas y de opinión, de las publicaciones en Sinaloa (*Noroeste, El Debate, El Sol de Sinaloa*, etcétera) y California (*Noticieros Semanal*, de Porterville, *Vida en El Valle, Fresno Bee, Foro de Asuntos Latinos, El Californiano* de Kern County, *Sacramento Bee*, etcétera). Información sistematizada sobre el tema en *Rural Migración News*, para el caso de California. El

examen también abraza la revisión de revistas especializadas en el tema, algunas de ellas publicadas por las organizaciones sociales, políticas y culturales relacionadas con los trabajadores agrícolas. La problemática de los trabajadores agrícolas, esto es, la problemática de los sujetos y actores sociales, se ubica básicamente alrededor de la situación actual 2005-2007. La indagación sobre antecedentes históricos que servirán para contextualizar el marco histórico, sólo hará referencia a coyunturas extraordinarias de los movimientos sociales, por ejemplo, las huelgas de los trabajadores agrícolas de las hortalizas en Sinaloa, en 1978, o las de los trabajadores agrícolas de la uva en Délano, California, en 1966, para comprender de una mejor manera los estudios de caso actuales. En 2007, continuamos con esta actividad.

La investigación documental y/o de archivo se ha realizado en forma similar a la hemerográfica, durante 2006, en las organizaciones sociales, los partidos políticos y en las instituciones estatales relacionadas con el problema, tanto en México (CAPS, CTM, CSDPI, CEDHS, CAADES, PRI, PAN, PRD, GOBSIN, GOBFED, etcétera) como en Estados Unidos (FION, FOCOICA, ACBJ, UCSO, OTAC, BRACEROPROA, UBM, CA, UFW, USDA, PD, PR; U.S. Department of Work, California State Employment Service, etc.). En 2007 seguimos con esta actividad.

Asimismo, en 2005-2007 llevamos a cabo investigación de campo en el valle de Culiacán, Sinaloa y en el valle central de California. Eso implicó trabajo de campo, fundamentalmente en las compañías, ranchos, campamentos y/o colonias seleccionadas como muestras, el uso de cuaderno de campo, observación participante, aplicación de encuesta semiabierta con 200 preguntas y entrevista con guión semiestructurado y final abierto con batería de 25 cuestiones, así como impresos fotográficos y/o vídeo grabados de encuestados y entrevistados y los aspectos importantes del contexto que los rodea.

Se ha buscado, en 2005-2006, colaborar con las instancias encargadas de la atención a

trabajadores agrícolas migrantes, enseñanza bilingüe-bicultural y promoción cultural (instituciones del gobierno federal, estatal y municipal, organizaciones empresariales y de trabajadores agrícolas) en los casos mexicano y norteamericano, al organizar *talleres* de intercambio de experiencias, capacitación y organización (trabajadoras sociales, maestros, abogados, médicos, líderes, etcétera), así como *Foros de sensibilización* dirigidas al público en general. El enfoque *investigación-acción* permitirá evaluar el impacto de las acciones de atención a la problemática económica, social, política y cultural de los jornaleros agrícolas. En 2007, continuamos con estas actividades.

RESULTADOS

El trabajo de campo realizado en 2007, en el valle central de California, Estados Unidos, muestra la preponderancia de las reivindicaciones de carácter obrero e internacional de los trabajadores agrícolas asalariados sin parcela o con ella. Con relación a la demandas principal, de las respuestas efectivas, el 91 por ciento de los trabajadores planteó diversas demandas de carácter obrero e internacional, entre las que destacan, el aumento salarial y la legalización; 3 por ciento levantó reivindicaciones de otro carácter; y 6% manifestó no tener ninguna demanda. Predominan las exigencias obreras e internacionalistas y simplemente no aparecen las demandas campesinas e indígenas.

El trabajo de campo realizado en 2007, en California, Estados Unidos, muestra la preponderancia de las reivindicaciones de carácter obrero de los trabajadores agrícolas asalariados sin identidad organizativa formal, pues, en su mayoría las personas no pertenecen a una organización que los defienda. Con relación a la pertenencia organizativa, de las respuestas efectivas, el 90.6 por ciento dijeron no pertenecer a una organización campesina, patronal o indígena y sólo el 9.4% manifestó su pertenencia en una organización gremial.

El trabajo de campo realizado en 2007, en California, Estados Unidos, muestra que, el 60

por ciento de las respuestas efectivas de las personas encuestadas respondieron no sentirse identificadas con las organizaciones porque no defienden sus intereses; Pero, el 40% dijeron sentirse identificadas con las organizaciones porque si representan sus intereses.

El trabajo de campo realizado en 2007, en California, Estados Unidos, ilustra la percepción de las posibilidades organizativas de los trabajadores a futuro. El 72 por ciento de las respuestas efectivas de las personas encuestadas respondieron que tienen mejores posibilidades de organizarse entre ellos mismos. Mientras tanto, el 28% de las respuestas efectivas de las personas encuestadas indicaron que no existen mejores posibilidades de organización futura.

La investigación de campo en California, Estados Unidos, en 2007, comprueba la participación de los trabajadores agrícolas en los movimientos sociales de diversa índole. Se indica con detalle, de acuerdo con las respuestas efectivas, los motivos o causas principales para que los trabajadores agrícolas migrantes den inicio a un movimiento para la defensa de sus demandas: legalización de su *status* migratorio, cincuenta por ciento; aumento de salario y falta de pago salarial 37.5 por ciento; maltratos y discriminación, 12.5%.

La investigación de campo en California, Estados Unidos, en 2007, comprueba el índice de satisfacción de los trabajadores agrícolas con los resultados de los movimientos sociales. Se ilustra la posición ligeramente predominante de los trabajadores agrícolas satisfechos con los resultados de los movimientos, en relación a los inconformes con los resultados de las luchas. El 53.6 por ciento de las respuestas efectivas de las personas cuestionadas indicaron haber ganado y estar satisfechas ante la solución dada de los problemas que les presentan al patrón y/o autoridades; En tanto que, el 46.7% de las personas indicaron haber perdido y estar insatisfechas con los resultados que obtuvieron de su participación en un movimiento social.

La investigación de campo en California, Estados Unidos, en 2007, prueba la percepción de los trabajadores agrícolas sobre la intervención del Estado como forma de control político. Se pone de relieve el sentir mayoritario de los trabajadores que interpretan la posición del Estado como forma de control político: de las respuestas efectivas de los trabajadores agrícolas interrogados al respecto, el 66.7 por ciento, consideró la intervención del Estado como forma de control político, en tanto que, el 33.3% manifestó que no existía tal control político.

La investigación de campo en California, Estados Unidos, en 2007, prueba la falta de unidad de los trabajadores agrícolas como estrategia principal en la búsqueda de solución a sus problemas frente a los que se apoyan a sí mismos. Se subrayan las respuestas efectivas de una ligera mayoría trabajadora compuesta por el 55 por ciento que no se ponen de acuerdo. No obstante, las posiciones son muy equilibradas, dada que un 45 por ciento de las respuestas efectivas de los trabajadores encuestados opinaron que los trabajadores agrícolas se unen para luchar por sus demandas.

La investigación de campo en California, Estados Unidos, en 2007, prueba la búsqueda de alianzas de los trabajadores agrícolas con las instituciones educativas como estrategia de solución a sus problemas. Se evidencia que un 88.9 por ciento de las respuestas efectivas de los trabajadores migrantes consideran que deben vincularse a las universidades y/o instituciones educativas para defender sus intereses, en tanto que, un 11.1% piensa que no deben buscar ese tipo de relación con las universidades.

La investigación de campo en California, Estados Unidos, en 2007, prueba la búsqueda de posibles alianzas de los trabajadores agrícolas con las instituciones religiosas como estrategia de resolución a sus demandas. Se pone en claro que un 88.9 por ciento de las respuestas efectivas de los trabajadores agrícolas piensan que deben relacionarse con las iglesias para defender sus reivindicaciones,

mientras que, un 11.1% son de la idea que no deben buscar ese tipo de vínculos con la Iglesia, encaminados a resolver sus terrenales demandas.

La investigación de campo en California, Estados Unidos, en 2007, prueba la búsqueda de dirigentes internos de los trabajadores agrícolas y al mismo tiempo la guía de los partidos políticos como estrategia de solución a sus problemas. Se advierte que un 64.3 por ciento de las respuestas efectivas de los trabajadores agrícolas cuestionados, creen que para poder triunfar deben ser guiados por partidos políticos, mientras que, un 35.7% perciben que no deben ser conducidos por instituciones partidistas.

La investigación de campo en California, Estados Unidos, en 2007, prueba que los trabajadores agrícolas perciben estar adecuadamente representados en el Poder Ejecutivo para la solución a sus problemas. Es evidente una mayoría del sesenta por ciento, entre las respuestas efectivas de los trabajadores migrantes que afirman sentirse bien representados en el Ejecutivo para resolver sus problemas, de frente al 40% de quienes aseguran que no se encuentran bien representados.

La investigación de campo en California, Estados Unidos, en 2007, prueba que los trabajadores agrícolas perciben estar adecuadamente representados en el Poder Legislativo para la solución a sus problemas. Una clara mayoría representada por el 62.5 por ciento de las respuestas efectivas de los trabajadores migrantes indican estar debidamente representados en el Legislativo porque ayudan a la gente a resolver sus problemas, contra una minoría equivalente al 37.5% que dice no estar bien representada.

CONCLUSIONES

La investigación cumple con los objetivos planteados inicialmente al explicar, entender e interpretar las acciones y los movimientos sociales de los asalariados del campo, en particular la participación social y política de

los trabajadores agrícolas en el Noroeste mexicano y el Sudoeste norteamericano, sobre todo en los valles de Culiacán, Sinaloa y valle central de California, en el período 1965-2007. En ese sentido, el trabajo constituye una contribución a los conceptos teóricos, métodos y técnicas útiles para interpretar y proponer lógicas de razonamiento de los diferentes sujetos y actores reflejados en sus acciones y movimientos. Así también, cumple con el propósito de formular propuestas, estrategias y escenarios futuros, capaces de impactar en la formación de recursos humanos de alta calidad, formación de redes internacionales de especialistas y solución a la problemática internacional de los trabajadores agrícolas migratorios tanto en México, como en Estados Unidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aceves, J. (1993), (Compilador), *Historia Oral, Antologías Universitarias*, Instituto Mora/UAM, México.
- Burgos, R. (1985), *Movimientos sociales en el Noroeste de México*, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa.
- De la Garza, E. (1993a), (Coordinador), *Crisis y sujetos sociales en México*, CIIH/UNAM/Miguel Ángel Porrúa, México.
- (1993b), “Los sujetos sociales en el debate teórico”, pp. 15-52, De la Garza, E. (Coordinador), *Crisis y sujetos sociales en México*, CIIH/UNAM/Miguel Ángel Porrúa, México.
- Durand, V. M. y A. Cuellar (1989), *Clases y sujetos sociales. Un enfoque comparativo*, IISUNAM, México.
- Posadas, F. (2005), *Movimiento sociales de los trabajadores agrícolas asalariados en el Noroeste de México. 1970-1995*, UAS, Culiacán, Sinaloa.
- (2004b), “The problem of the workers agricultural migratory Mexicans in the Southwest of United States. 1965-2005”, XI World Congress of Rural Sociology, GLOBALISATION, RISKS AND RESISTANCE, IRSA, Trondheim, Norway.

- _____ (2004c), “The problem of the workers agricultural migratory Mexicans in the Southwest of United States. 1965-2005”, 67th Annual Meeting of Rural Sociological Society. Strengthening Partnerships: New Paths to Rural Prosperity, RSS, Sacramento, California.
- _____ (1985), El proletariado agrícola en el estado de Sinaloa, UAS, Culiacán, Sinaloa.
- Posadas, F. y B. García (1985), “El movimiento de los obreros agrícolas en Sinaloa (1977-1983)”, pp. 17-43, Burgos, R. (Coordinador), Movimientos sociales en el Noroeste de México, UAS/UNU/IISUNAM, Culiacán, Sinaloa.
- Zemelman, H. (1991), Sujetos sociales y subjetividad, COLMEX, México
- _____ (1987), *Conocimiento y sujetos sociales. Contribución al estudio del presente*, CES/Colmex, México.
- Zemelman, H. y G. Valencia (1990), “Los sujetos sociales, una propuesta de análisis”, pp. 89-104, acta sociológica, No. 2, FCPS/UNAM, México.

EL SUICIDIO EN SINALOA 2000-2005

Beatriz E. Rodríguez Pérez^{1*}, Gloria Emma Reyes Verduzco Lizeth², Trinidad Camarena Muñoz³, Beatriz Cristina Páez Fausto³, Cristina Abril Moreno Hernández³, Laura Gallegos Vargas³ y Lidia Ojeda Esquerra³.

¹ Programa Universitario de Género, Coordinación General de Investigación y Posgrado. Universidad Autónoma de Sinaloa. ² Prestadora de Servicio Social. Licenciatura en Sociología, UAS. ³ Estudiantes del XI Verano de la Investigación Científica del Pacífico, 2006.

*beatrizr@uas.uasnet.mx

PRESENTACIÓN

Toda muerte meditada o inmediata ejecutada por la misma víctima, se considera suicidio. Aparentemente, el médico y filósofo, Sir Thomas Browne fue quien acuñó la palabra "suicidio" en su obra *Religio medici* (1642), basándose en términos del latín *sui* (uno mismo) y *caedere* (matar). El término refleja el deseo de distinguir entre el homicidio de uno mismo y el hecho de matar a otra persona¹.

Según los datos de la Organización Mundial de la Salud², el suicidio constituye un problema de salud pública que provoca casi la mitad de todas las muertes violentas y se traduce aproximadamente en un millón de víctimas al año. Cada cuarenta segundos una persona comete suicidio en alguna parte del mundo, llegando a superar la cifra de muertes por homicidio (500,000) y por guerras (230,000). De acuerdo con la OMS, México es el país que tiene el mayor incremento entre los países con población superior a los cien millones de habitantes (61.9% en el periodo 1993-1995)³.

Sin embargo, la situación del suicidio es más grave de lo que apuntan las estadísticas, ya que no cuentan a individuos que intentan quitarse la vida y no prosperan. Se calcula que por cada muerte atribuible a esa causa se producen entre diez y veinte intentos fallidos de suicidio, uno cada tres segundos. Los casos

informados son por tanto, solo la punta del *iceberg* y la gran mayoría de las personas suicidas siguen pasando inadvertidas⁴.

Diversas investigaciones han demostrado que el matrimonio ejerce una barrera "poderosa" frente al suicidio, que hace que disminuya casi a la mitad su riesgo, sobre todo cuando la familia está fuertemente constituida y las responsabilidades de crianza de los hijos confieren un elemento protector adicional⁵.

No obstante, el matrimonio conlleva una serie de dificultades y no es poco probable que surja la violencia intrafamiliar lo que ocasiona, en víctimas y testigos de violencia, agotamiento emocional y físico, profundo estrés y conmoción, indefensión, temor y miedo. Por tal motivo, no sorprende que las mujeres maltratadas por su pareja tengan entre cuatro o cinco veces más probabilidad de necesitar tratamiento psiquiátrico que mujeres que no sufrieron maltrato.

La Organización Panamericana de la Salud⁶ declara que los intentos de suicidio son doce veces más frecuentes entre mujeres que son víctimas de malos tratos. Una de cada tres que intentan suicidio, lo hacen por ese motivo, y una de cada diez víctimas de malos tratos logran suicidarse.

Además, el comportamiento suicida no sólo repercute en víctimas de violencia familiar,

¹ Minois G. (1999), *History of suicide: voluntary death in Western culture*. Baltimore, MD, Johns Hopkins University Press.

² Organización Mundial de la Salud (2002), Informe mundial sobre la violencia y la salud, en capítulo 7. La violencia autoinfligida, Organización Panamericana de la Salud, Washington, D.C, 2003, pp. 200-231.

³ Organización Mundial de la Salud (2001), Informe sobre la salud en el mundo 2001. Salud mental: nuevos conocimientos, nuevas esperanzas. Ginebra.

⁴ Diekstra R.F.; Garnefski N. (1995), On the nature, magnitude, and causality of suicidal behaviors: an international perspective, *Suicide and Life-Threatening Behavior*, 25:36-57.

⁵ Clark D.C.; Fawcett J. (1992), Review of empirical risk factors for evaluation of the suicidal patient, en: Bongar B, ed. *Suicide: guidelines for assessment, management and treatment*, Nueva York, N.Y., Oxford University Press, 16-48.

⁶ Organización Panamericana de la Salud (1993), *Violencia contra la mujer y las niñas: análisis y propuestas desde la perspectiva de la salud pública*, Washington, D.C.

sino también en agresores. Alrededor de una tercera parte de los homicidios relacionados con violencia doméstica es seguida rápidamente por el suicidio del perpetrador⁷.

De ahí que este estudio trata de analizar los vínculos existentes entre los conflictos en las relaciones familiares y los comportamientos suicidas, ya sea en la ideación, intento o privación de la vida.

MÉTODO

El suicidio es una de las principales causas de muerte en todo el mundo y constituye un problema difícil de explicar porque el testigo principal desaparece y muy pocas veces deja testimonio sobre las causas. La única forma de obtener datos importantes sobre el hecho es reconstruir la vida del suicida con testimonios de personas más cercanas a éste.

En ese sentido, explicar por qué algunas personas deciden cometer suicidio, mientras otras en una situación similar o incluso peor no lo hacen, es sumamente difícil. Por eso la pregunta de investigación formulada no busca los por qué, sino simplemente conocer ¿Cuál es la influencia de la violencia intrafamiliar en la incidencia de suicidios en Sinaloa?

Los objetivos de la investigación son conocer la influencia de la violencia familiar en la prevalencia del comportamiento suicida. Así como identificar si la familia se había percatado de las intenciones suicidas del (a) protagonista.

El estudio abarca un periodo de cinco años, del 2000 al 2005.

Para la realización del trabajo se utilizaron el método cuantitativo y cualitativo, con las siguientes técnicas de investigación:

- Revisión bibliográfica.
- Seguimiento hemerográfico.
- Análisis de estadísticas de INEGI.

⁷ Marie De Santis, Women's Justice Center: cómo investigar un homicidio relacionado con violencia domestice, traducción por Laura E. Asturias, Guatemala. www.justicewomen.com.

Revisión de expedientes en el CEPAVI, CIAM y Refugio de receptoras de violencia intrafamiliar.

Reportes de feminicidios.

Entrevistas a familiares de suicidas.

Las entrevistas a profundidad se realizaron a familiares mayores de edad, con convivencia cercana al protagonista del hecho. Mismos que fueron seleccionados de casos publicados en prensa.

El análisis de la información se enfocó a los siguientes indicadores: sexo, edad, estado civil, método utilizado y lugar de ocurrencia. Así como el conocimiento previo del acto suicida por la familia.

De manera directa, mediante la revisión de archivos (CEPAVI, CIAM y Refugio) encontramos que de 2,179 expedientes, 712 (32.7%) han tenido comportamiento suicida.

También retomamos estadísticas oficiales de homicidios dolosos contra mujeres perpetuados por sus propias parejas (feminicidios), donde encontramos que de 58 casos en veinte (34.5%) presentaron comportamiento suicida.

Tabla 1.

Fuentes	Total	Casos	%
Ciam	157	40	25.5
Cepavi	1,798	641	35.7
Refugio	224	31	13.8
Feminicidio	58	20	34.5
Total	2,237	732	32.7

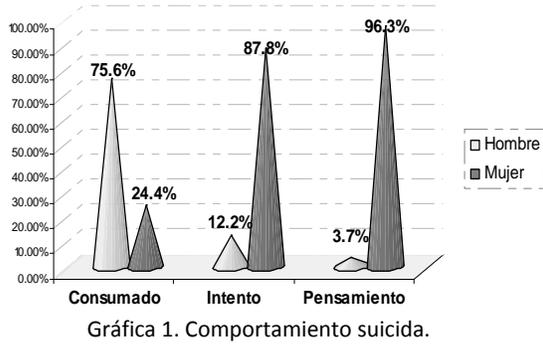
Por último, a los datos anteriores agregamos 99 casos reportados por la prensa local en los últimos años.

RESULTADOS

Al agrupar todas las fuentes de información señaladas (831 casos), 702 (84.5%) casos corresponde a mujeres y 129 (15.5%) a hombres.

Mismos que se reagrupan según comportamiento suicida, lo que da como resultado que noventa (10.8%) son casos consumados, 393

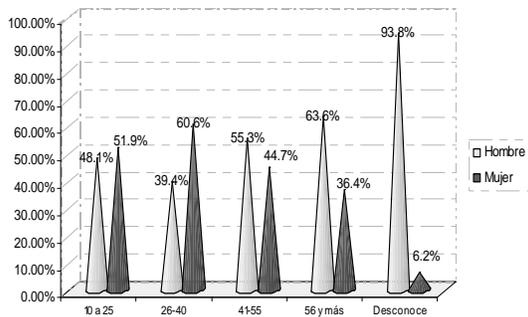
(47.3%) intentos y 348 (41.9%) pensamientos suicidas.



Gráfica 1. Comportamiento suicida.

Edad de los suicidas

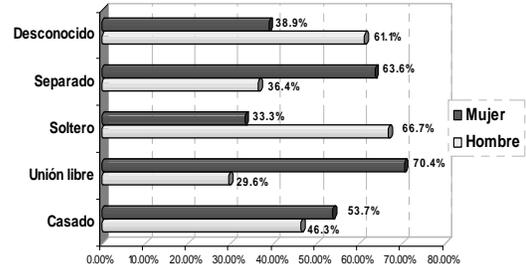
Con respecto a la edad, hombres y mujeres con comportamiento suicida tienen en promedio 33 años. Según grupos de edad, tenemos que las personas de 26 a cuarenta años son mayoría y destacan las mujeres ya que en este grupo por cada hombre hay dos mujeres. En tanto, en los grupos de más edad sobresalen los hombres.



Gráfica 2. Edad de los suicidas.

Estado civil

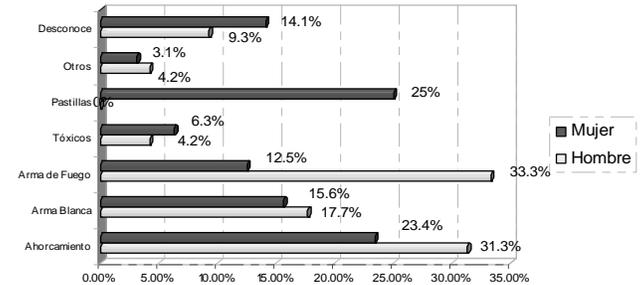
Tanto en hombres como mujeres se desarrolla el comportamiento suicida al estar unido o vivir junto a otra persona. Pero es de destacar el comportamiento de hombres solteros y mujeres separadas, pues se dispara al doble el porcentaje.



Gráfica 3. Estado civil.

Medio empleado en el suicidio

Tanto el INEGI como los expedientes revisados muestran la misma tendencia al medio empleado. Esto es, ahorcamiento (28.1%), arma de fuego (25.0%) y arma punzocortante (16.9%).



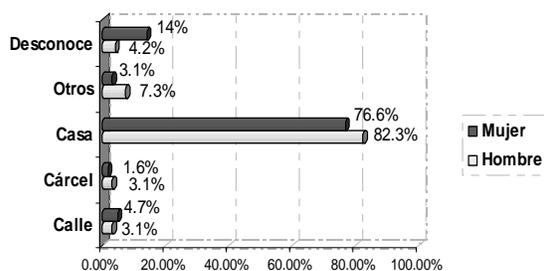
Gráfica 4. Medio empleado en el suicidio.

La diferencia en los comportamientos suicidas entre hombres y mujeres está en los instrumentos que utilizan para acabar con sus vidas. En las mujeres los métodos elegidos no corresponden a una idea consciente y fija de perder la vida. Por ejemplo, ellas tienden a adoptar métodos “más suaves”, como el consumo de pastillas (25.0%), seguido de ahorcamiento (23.4%) y cortarse las venas (15.6%). Por otro lado, los hombres que se quitan la vida coinciden en la técnica utilizada, esto es ahorcamiento (31.3%) y arma de fuego (33.3%).

Lugar del suicidio

A pesar que las conductas suicidas llegan con sorpresa a familiares y amigos, una indagación retrospectiva revela que las intenciones

suicidas son expresadas mucho antes del acto suicida de manera directa o indirecta.



Gráfica 5. Lugar del suicidio.

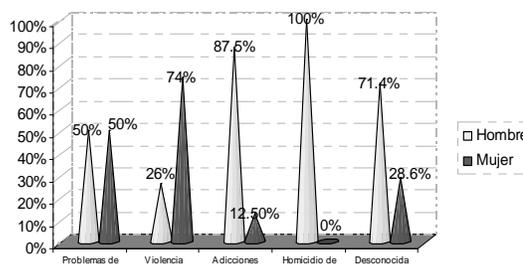
Las entrevistas realizadas reportan que:

“Dos días antes me comentó que se quería matar porque sentía que no le hacía bien a nadie. Nunca lo había intentado. Estaba en la calle cuando mi mamá me habló para informarme que mi hermano estaba colgado con un cinto en su recámara. Desde que eso sucedió no he podido superarlo. Hace 7 años, también se suicidó un primo”.

“El día que se suicidó estuvimos platicando, su actitud era normal igual que siempre, una persona alegre. Nunca comentó su intención de morir ni supe que tuviera algún problema o situación difícil. Nunca había intentado algo parecido. Ese día él salió por la tarde, después de trabajar en la carpintería, se fue a un solar baldío y ahí se pegó un balazo en la cabeza. Dejó un mensaje escrito donde nos pide perdón por lo que iba a hacer; el mensaje lo había escrito 15 días antes del suicidio. En la familia nunca ha sucedido algo así”.

Causas del suicidio

La revisión de casos da como resultado que los motivos por los cuales ocurre con mayor frecuencia los suicidios, son problemas familiares (52.6%); pero hay un alto porcentaje de casos en los que no se registra causa aparente.



Gráfica 6. Causas del suicidio.

No obstante, hay que reconocer que los presuntos motivos del suicidio, en realidad son conclusiones a las que llegan agentes encargados de la investigación judicial, que con frecuencia no son la verdadera causa de su muerte.

DISCUSIÓN

El suicidio es un problema complejo para el cual no existe una sola causa ni una sola razón. Resulta de una compleja interacción de factores biológicos, genéticos, psicológicos, sociales, culturales y medioambientales. No existen circunstancias determinadas que *objetivamente* conduzcan al suicidio. Cualquier interpretación mecanicista en ese sentido, tendría contrarreplica. Esto debido a que los suicidios constituyen siempre una pequeña minoría entre los afectados por el mismo factor en cuestión, el cual no parece ejercer influjo sobre la gran mayoría.

Los resultados de los casos estudiados señalan que el comportamiento suicida está presente en más del treinta por ciento de quienes reportan violencia familiar, por lo que podemos afirmar que es factor de riesgo retomando la teoría probabilística.

Lo anterior demuestra que la violencia intrafamiliar influye de manera importante para que la persona entre en estado de vulnerabilidad propicio y la ideación suicida se manifieste, muchas de las veces sin que los demás miembros de la familia se percaten y puedan impedirlo.

Sin embargo, responder a ¿Cuál es la influencia de la violencia intrafamiliar en la incidencia de suicidios en Sinaloa? Dada la complejidad y multiplicidad de factores que intervienen en cada caso, es difícil contestar.

En general, querer conocer por qué se suicidan las personas es problemático porque necesariamente tenemos que trasladarnos de la explicación individual a la generalización, lo cual disminuye la capacidad explicativa.

Además, intervienen en los suicidios demasiados elementos imprevisibles, y sobre todo imponderables. En cierta medida, la situación que se halla inmerso todo individuo a la hora de meditar, decidir y provocar su propia muerte es percibida como una situación laberíntica. Para Estruch y Cardús⁸ todo laberinto se caracteriza por su absurdidad, por su sinsentido. Razón por la cual se le busca la salida *irracionalmente*, con la misma paradójica mezcla de esperanza y desesperación del acto suicida.

Por otro lado, hay que recordar que no siempre las racionalizaciones hechas *a priori* por el suicida tienen por qué coincidir con las que los demás hacen *a posteriori*. Aquí ocupa un lugar importante las declaraciones de familiares y amigos, inculcando o disculpando al sujeto.

Lo que es indudable, es que nuestra sociedad se esfuerza por todos los medios en vivir de espaldas a la muerte, la esconde y simula. La muerte se ha convertido en el gran tema tabú de nuestros días⁹.

Si el suicidio es tanto problema social suscita y provoca preguntas sobre la muerte y sobre el sentido de seguir viviendo; el problema sociológico radica justamente en averiguar ¿quién posee o adjudica socialmente el poder sobre la vida, para decidir el momento de la muerte?

Por último, el gran desafío consiste en traducir el conocimiento adquirido en estrategias, políticas, programas y servicios

eficaces para la reducción de pérdidas trágicas de vidas y los efectos devastadores de los comportamientos suicidas.

En particular consideramos que se debe prestar atención a:

Mejorar el registro de casos de suicidios.

Llevar a cabo investigaciones que vayan más allá de la perspectiva epidemiológica y se avoquen a formas de tratar y ayudar a personas con riesgo de suicidio.

Capacitar al personal de salud, ya que en muchas ocasiones los suicidas consultan un médico dentro de las semanas precedentes a su muerte y a menudo la depresión es tratada inadecuadamente.

Reducir el aislamiento social con la integración de jóvenes y personas mayores a centros comunitarios.

Crear programas educativos de prevención del comportamiento suicida, no sólo en escuelas, sino también en centros de trabajo y otros ámbitos.

Restringir el acceso a medios letales sobre todo en personas con comportamiento impulsivo.

Desarrollar programas que den seguimiento y ayuda a pacientes suicidas, en el momento de crisis y a largo plazo.

LITERATURA CITADA

Clark D.C.; Fawcett J. (1992), Review of empirical risk factors for evaluation of the suicidal patient, en: Bongar B, ed. Suicide: guidelines for assessment, management and treatment, Nueva York, N.Y., Oxford University Press, 16–48.

Diekstra R.F.; Garnefski N. (1995), On the nature, magnitude, and causality of suicidal behaviors: an international perspective, *Suicide and Life-Threatening Behavior*, 25:36–57.

Estruch, Joan y Salvador Cardis (1982), *Los suicidios*, Barcelona, España, Editorial Herder.

Foucault, Michel (1976), *La volanté de savoir*, Paris, Francia, Gallimard.

⁸ Estruch, Joan y Salvador Cardis (1982), *Los suicidios*, Barcelona, España, Editorial Herder.

⁹ Foucault, Michel (1976), *La volanté de savoir*, Paris, Francia, Gallimard.

- Marie De Santis, Women's Justice Center:
cómo investigar un homicidio relacionado
con violencia domestica, traduccion por
Laura E. Asturias, Guatemala.
www.justicewomen.com.
- Minois G. (1999), History of suicide: voluntary
death in Western culture. Baltimore, MD,
Johns Hopkins University Press.
- Organización Mundial de la Salud (2001),
Informe sobre la salud en el mundo 2001.
Salud mental: nuevos conocimientos,
nuevas esperanzas. Ginebra.
- Organización Mundial de la Salud (2002),
Informe mundial sobre la violencia y la
salud, en capítulo 7. La violencia
autoinfligida, Organización Panamericana
de la Salud, Washington, D.C, 2003, pp.
200-231.
- Organización Panamericana de la Salud (1993),
Violencia contra la mujer y las niñas:
análisis y propuestas desde la perspectiva
de la salud pública, Washington, D.C.

EMPRESAS PRODUCTORAS Y EXPORTADORAS DE MANGO DEL SUR DE SINALOA, 1970-2005

Dr. Rigoberto Arturo Román Alarcón, PITC TIT. C, de la Facultad de Historia de la Universidad Autónoma de Sinaloa, e' mail: arturoroma@gmail.com

PRESENTACIÓN

El objetivo general de la investigación es analizar el origen y desarrollo de las principales empresas productoras y exportadoras de mango de la región sur de Sinaloa (Mazatlán, Concordia, El Rosario, y Escuinapa) durante el periodo de 1970-2005; explicando los factores económicos, políticos y sociales que influyeron en su desarrollo y los obstáculos que han tenido hasta el presente.

La hipótesis general que tratamos de demostrar es la siguiente: El despegue de la producción de mango en el sur de Sinaloa fue posible por la demanda externa de la población latina y asiática de los Estados Unidos; asimismo fue factible por las ventajas climáticas que tiene la región sur de Sinaloa y por la existencia de un marco institucional favorable.

La fundamentación teórica de nuestra investigación son las teorías del neoinstitucionalismo de Douglas North, *Teoría de los costos de transacción* de Ronald Coase y el modelo evolutivo tridimensional de Gersick, Davis, McCollon y Lansberg.

Las fuentes utilizadas son bibliográficas, hemerográficas y de los archivos municipal de Mazatlán, General de Notarías, Registro Público de la Propiedad de Escuinapa, y entrevistas a personajes involucrados en la actividad.

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

El desarrollo agrícola observado en Sinaloa a partir de la década de 1940, debido al inicio de grandes obras de infraestructura hidráulica, sólo benefició las regiones centro y norte de la entidad. La región sur de Sinaloa quedó al margen de lo anterior, situación que ha permanecido hasta el presente. No obstante a lo anterior, a partir de la década de 1970 en

esta última se inició el cultivo de mango a gran escala, bajo el estímulo del mercado externo (fundamentalmente norteamericano), destacando esta región, no sólo por las ventajas climáticas que influían en la producción de mango de mejor calidad, sino también como resultado de la constitución de empresas y organizaciones empresariales con las que pudieron sortear las problemáticas que surgieron dentro de los procesos de cultivo, empaque y comercialización del mango.

El mango fue introducido en México por los españoles desde la época colonial, a fines del siglo XVIII por Acapulco a través de la *Nao de China*. Durante el siglo XIX llegaron a las costas del Golfo de México las primeras plantas procedentes de las Antillas Británicas para difundirse en todas las regiones de clima cálido y semicálido; sin embargo, el cultivo del mango en nuestro país se produjo únicamente para el consumo local y de acuerdo a las estadísticas consultadas no representó un cultivo de importancia, sino a partir de la segunda mitad del siglo XX, gracias al impulso de la demanda externa y a la introducción a partir de la década de 1960 de nuevas variedades procedentes de la Florida, que llegaron primero a Tamaulipas y de ahí se distribuyeron a la costa del Pacífico mexicano, que se convirtió en la principal exportadora de mango de México.

La importancia de esta investigación radica en que el sur de Sinaloa, es la región productora más importante de mango, no sólo del estado de Sinaloa sino también nacional, por ello este fruto representa el principal producto agrícola regional, por su volumen y valor. Además de ser, después del turismo y la pesca del camarón, la principal fuente de divisas de la región y de tener un fuerte impacto dentro del empleo regional con más

de cuatro mil empleos directos durante los meses de junio a septiembre.

Aparte de su relevancia económica, desde el punto de vista académico no existe una investigación en México que analice la problemática del mango desde la perspectiva histórica. La mayoría de los trabajos han sido realizados por economistas que estudiaron la producción, industrialización y comercialización del mango en su momento. Así tenemos, los distintos trabajos hechos por el Banco de Comercio Exterior, S. A. o las tesis de licenciatura de Antonio Chavira, *Estudio de mercado del mango en la región sur de Michoacán*, (1986), y de Guillermo Figueroa, *Análisis de la comercialización de mango en la C.E.E., periodo 1985-1990* (1992) que investigan de manera parcial y muy localizada la temática. Para el caso del estado de Sinaloa, la inexistencia de estudios todavía es mayor, sólo tenemos conocimiento de dos investigaciones. La primera realizada por José Ramírez Villapudua, *Cultivo y enfermedades del mango* (1999) que estudia la temática desde el punto de vista de la agronomía. La segunda hecha por el Instituto de Estudios Superiores de Monterrey, *Estudio estratégico del sur de Sinaloa. Sector agroindustria del mango* (1994), que presenta un diagnóstico para ese año de la actividad desde el punto de vista económico.

MATERIALES Y MÉTODO

Para la realización de la temática, en primer término consultamos la bibliografía pertinente integrada por libros, revistas, tesis, informes y folletos, que localicé en las distintas bibliotecas de Culiacán y Mazatlán y en la capital del país (COLMEX, Facultad de Economía, UNAM, BANCOMEXT, etc.). Que sirvieron para elaborar fichas de trabajo y profundizar en el conocimiento de la investigación. Posteriormente, nos avocamos a realizar el trabajo de archivo en el Registro Público de la Propiedad de Escuinapa, y en el Archivo Municipal de Mazatlán que dentro de su acervo tiene la hemeroteca correspondiente

al periodo de estudio, integrada por los periódicos *El Sol del Pacífico* y *Noroeste*, donde obtuvimos importante información de primera mano. Al mismo tiempo, realizamos algunas entrevistas relacionadas con algunos de los principales personajes involucrados en la actividad, entre ellos el señor Ismael Díaz Vasabilbazo, Director General de la Empresa Agroproducto Diazteca, S. A. y del ingeniero Jorge Ramón Ibarra, asesor de CAADES en Culiacán. Después con toda la información obtenida, nos dedicamos a su análisis, y su procesamiento de la cual una parte, presentamos como resultados de esta investigación.

RESULTADOS

La producción de mango en México durante muchos años fue destinada esencialmente para el consumo interno y únicamente se tiene como antecedente las tres toneladas que se exportaron hacia los Estados Unidos en 1945. Pasarían catorce años, para que se reanudara con 64 ton en 1954, iniciando una tendencia creciente que se mantiene hasta la actualidad. Al analizar la evolución de éstas, observamos que las exportaciones de este fruto para 1960 se incrementaron en un 153% ascendiendo a 162 ton. Entre 1960 y 1970 hubo un aumento importante del 961% siendo la década con mayor crecimiento. Para el subperiodo 1970-1980 el incremento fue del 795% y de 1980 a 1990 del 281%. Entre 1990 a 1996 el ascenso de las exportaciones fue del 145% y de este último a 2002 de un seis por ciento, lo que nos refleja un menor dinamismo de las mismas. También de los datos analizados se desprende que la producción destinada hacia el exterior aumentó su participación relativa respecto a la producción total, pasando ésta del 0.1% que tenía en 1960 al 9.7% en 2002 (véase Cuadro 1 y Gráfica 1).

Cuadro1. Exportaciones mexicanas de mago 1945-1996.

AÑO	EXPORTACIONES (TON)	PARTICIPACIÓN EN PROD. NAL.	INCREMENTO SUBPERIODO
1945		0.003%	
1959	64	0.004%	2,033%
1960	162	0.1%	153%

AÑO	EXPORTACIONES (TON)	PARTICIPACIÓN EN PROD. NAL.	INCREMENTO SUBPERIODO
1970	1,720	0.6%	961%
1980	15,395	2.4%	795%
1990	58,748	5.4%	281%
1996	143,874	12.1%	145%
2002	152,500	9.7%	6%

Fuente: INEGI 1999: 417-418.

Las exportaciones mexicanas a principios de los años setenta del siglo pasado se destinaban casi en un cien por ciento hacia los Estados Unidos, diversificándose el mercado a partir de 1976, cuando se realizaron los primeros envíos hacia Japón y Francia, que en conjunto sólo tuvieron menos del dos por ciento del total exportado. Por otra parte, para este mismo año las exportaciones del mango mexicano cubrían el 85.6% de las importaciones de Estados Unidos de este producto, seguidas por las procedentes de Haití correspondientes al 13.8%.

Para los años noventa del siglo XX las exportaciones de mango de nuestro país continuaron destinándose hacia la Unión Americana, pero en menor medida, comprendiendo en 1996 el 86% de las mismas, enviándose el resto a Canadá ocho por ciento Japón tres y Europa tres por ciento. Asimismo, aunque México continuaba como el principal abastecedor de mango hacia Estados Unidos (85% del total) para estos años y en el presente tiene la competencia de Brasil, Haití, Perú y Venezuela. Cabe resaltar, que a pesar de que el estado de la Florida es un importante productor de mango, no representa competencia para los exportadores mexicanos, ya que la cosecha en dicho lugar se realiza entre los meses de noviembre a marzo.

Las exportaciones de mango mexicano durante los años noventa, oscilaron entre 27 millones de dólares en 1990 a 104 millones de dólares en 1995. Para este último año el mango fue la principal fruta de exportación, siguiendo en orden descendente el jugo de naranja con 90 millones de dólares, la uva con 65 millones de dólares y el melón con 64 millones de dólares.

El resto de la producción de mango que no se exporta en México se destina al consumo interno, ya sea como producto fresco o para su

industrialización. Dentro de este rubro en 1993 se abasteció de 26,419 ton (2.3% del total nacional) a las empresas de la industria alimenticia: Herdez, La Costeña, El Fuerte, Gerber, Boing, etc. De este volumen se empleó para la elaboración de los productos siguientes: jugo de mango 55%, refrescos de mango 17.4, alimentos para niños 17 y mango en almíbar 10.6%.

El comportamiento de las exportaciones de mango en Sinaloa y de su región sur se iniciaron durante la década de 1970. El comportamiento de ellas ha sido creciente, aumentando para Sinaloa en más del tres mil por ciento entre 1976 a 2003 y para su región sur un poco más de la cantidad anterior. Respecto a la participación de las exportaciones sinaloenses de mango ha sido diferente, de una participación del uno por ciento en 1976 subió en 1987 al 47% del total nacional; aunque continuó ocupando el primer lugar seguido de Nayarit 24.5%, Michoacán 10.1, Colima 10.1, Jalisco 3.8 y otros, 4.5%. En 1997 Sinaloa con el 29% cedió el primer puesto a Michoacán, ocupando el tercer lugar después de Nayarit. Finalmente en 2003 volvió a ocupar el primer sitio con el 33% de total de exportaciones, seguido por Michoacán, Nayarit, Chiapas y Jalisco. En relación a las exportaciones del sur de Sinaloa, desde los inicios siempre han sido las más importantes, contribuyendo entre el cien al 71% del total estatal, por lo que podemos deducir que durante la década de 1970 y principios de los años ochenta su participación también fue la más relevante (véase Cuadro 2).

Cuadro 2. Exportaciones de mango de México, Sinaloa y sur de Sinaloa 1976-2003.

AÑO	MÉXICO (TON)	SINALOA (TON)	PART. NAL.	SUR DE SINALOA	PART. ESTATAL	MILLONES DÓLARES
1976	10,847	120	1%	120	100%	n. d.
1981	16,132	8,806	54%	8,806	100%	n. d.
1982	29,895	14,904	50%	n. d.	n. d.	n. d.
1987	42,222	19,901	47%	n. d.	n. d.	n. d.
1991	100,074	29,230	29%	20,463	70%	n. d.
1997	143,814	42,856	29%	28,040	67%	24
2002	152,500	54,000	35%	46,000	85%	25
2003	182,071	59,799	33%	42,478	71%	24

Fuente: Ramírez 1999: 13; Figueroa, 1992: 42; BANCOMEXT, 1999b: 41; *El Noroeste*, 25 de agosto de 2003, p. 1f y 21 de abril de 2004, p. 1a.

En el caso del sur de Sinaloa los antecedentes previos al despegue de la producción de mango en gran escala, los observamos en el municipio de Escuinapa, que en la actualidad representa el principal productor y exportador de esta fruta en el ámbito estatal. Para principios de los años sesenta, dentro de este municipio en los alrededores de la cabecera municipal había únicamente tres huertas, propiedad de Edibunga Contreras, Mateo Tejeda y de una persona apodada como “el chaparro”, donde se cultivaban variedades indefinidas denominadas como “del país”. Durante esta década se inició el cultivo de las variedades *Keitt*, *Kent*, y *Haden* por parte del doctor Luis Alberto Topete que las había adquirido en el vivero del señor Heriberto Parra en Nayarit. Luego fue secundado por Francisco Romo quien a su vez introdujo la variedad *Irwin*. Estas dos personas serían los pioneros de la fruticultura en el sur de Sinaloa.

La labor iniciada por los dos anteriores, fue continuada por Héctor A. Peralta, de origen veracruzano, y que se había establecido en Escuinapa a partir de 1962. Persona emprendedora que daría un gran impulso al cultivo del mango, ya que además de tener una plantación con 17,000 árboles, introdujo en los años setenta las variedades *Zill* y *Sensation* y estableció un vivero, cuya función principal fue la de dar asesoría y abastecer de plantas a otros productores.

Posteriormente el doctor Ernesto Ribera Guzmán, introdujo las variedades *Tommy Atkins* procedentes de un vivero de Ciudad Mante, Tamaulipas y rompió el monopolio de Peralta en la producción de plantas, al traerlas a menor costo de un vivero establecido en San Pedro, Culiacán, creando una baja en el precio de éstas y una mayor distribución en la región. Todos estos impulsos dentro del cultivo del mango repercutieron para que en 1978, el municipio de Escuinapa tuviera producción

estimada en diez mil ton con un valor de 35 millones de pesos.

Una característica de los productores de mango del sur de Sinaloa es de que esta actividad es desarrollada en huertos de poca extensión, por ejemplo en el municipio de Escuinapa durante la década de 1970 las plantaciones más grandes eran las propiedades del doctor Ernesto Ribera Guzmán con setenta ha distribuidas en cinco predios y la del doctor Rufino Prado Cortés con cuarenta ha en dos predios. Asimismo, que éstas eran parte de lo que se denomina como una Unidad Agropecuaria que muchas de las veces tenía una superficie mayor, dedicando otras áreas a la actividad pecuaria, muestra de ello tenemos el doctor Rufino Prado que dentro de sus terrenos en 1977 tenía trescientas vacas, catorce sementales, veinte vaquillas, etcétera.

Además de la pequeña o mediana extensión de los predios dedicados al cultivo del mango, otro rasgo es el gran número de unidades de producción, tomando como base el *Censo agrícola de Sinaloa 1990*, en el municipio de Escuinapa había 1,298 huertas dedicadas a esta fruta, con una superficie de 5,555 ha, un promedio de 4.2 ha por unidad, de las cuales 244 eran hasta de 5 ha (18.7%) con un área de 365 ha (1.5 ha/unidad) y 1,054 mayores de 5 ha (82.3%), con una superficie de 5,190 ha (4.9 ha/unidad). Asimismo, del total de huertas mangueras 139 eran de propiedad privada (10.7%) con una superficie de 2,499 ha (18 ha/unidad), correspondiéndole al sector ejidal 1,159 de las unidades (89.3%) con una superficie de 3,056 ha (2.6 ha/unidad). Por lo que podemos inferir que aunque la mayoría de las huertas son ejidales, las privadas son las que tienen mayor extensión. La proliferación de huertas la podemos corroborar catorce años después, cuando el delegado de la SAGARPA, declara en el año de 2004 a un periódico de Mazatlán, que en el sur de Sinaloa de las 17,000 ha dedicadas al mango había 2,400 huertas.

El primer problema que se les presentó a los productores de mango del sur de Sinaloa para la exportación de la fruta hacia los

Estados Unidos, fue la carencia de una planta empacadora en la región que cubriera todos los requisitos necesarios para ello, por lo que los primeros embarques de acuerdo a Herberto Sinagawa se realizaron a través de una planta propiedad de Ignacio Bojórquez ubicado en el municipio de Guasave.

Ante esta situación, aunque los principales productores de mango carecían de capital suficiente para instalar una planta empacadora, pudieron subsanar este problema asociándose algunos para lograr este fin. Así pues, a principios de 1972 se instalaron dos empresas en Escuinapa bajo la denominación de *Procesa-dora de Frutas y Legumbres, S. A.* con un capital de 500,000 pesos y *La Sociedad de productores y Exportadores de Frutas y Legumbres del Sur de Sinaloa, S. A.* con un capital de 2'000,000 de pesos en las que participaron los doctores Ernesto Ribera, José Rufino Prado, pioneros del cultivo del mango en la región, aunados a otros inversionistas tales como: Ismael Díaz Vasabilbazo, Guillermo Llamas, ingeniero Alfonso Alcaraz y José Manuel Gutiérrez. Éstas dos sociedades se mantuvieron casi dos años, porque a fines de 1973 sería sustituida por *Frutícola Industrial, S. A.* con un capital de 1'400,000 pesos en la que aparecen como principales accionistas los médicos mencionados, junto con el ingeniero Alfonso Alcaraz, el doctor Patricio Kelly y sus hermanas Sonia y Leticia, del puerto de Mazatlán. El socio principal fue el doctor Ernesto Ribera quien aportó 200,000 pesos en efectivo y el equipo necesario para el funcionamiento de la empresa: seleccionadora, tanque de lavado, bandas transportadoras, etcétera.

Un año después, otros pequeños productores de mango se asociaron para constituir *Mango y Exportaciones de Escuinapa, S. R. L. de C. V.* con un capital de 320,000 pesos aportado por 23 socios, entre los que destacan por la relevancia que tendrán después en el negocio del mango, el doctor Jorge Macías Gutiérrez con 18,000 pesos, quien fungió como Presidente del Consejo de Administración, Bonifacio Toledo Brambila con 18,000

pesos, y los hermanos Ignacio, Ricardo, y Eugenio Quevedo Segura con 17,000 pesos cada uno. El objeto principal de esta empresa al igual que la anterior fue la compraventa, maquila y exportación de frutas, legumbres y derivados. Asimismo, en su acta constitutiva se señalaba que sus exportaciones de mango tendrían como marca propia la denominación E-SIN.

Durante la década de 1980, La empresa *Mango y Exportaciones de Escuinapa*, desapareció, y en 1981 en una reorganización de *Frutícola Industrial*, se aumentó el capital a 3'000,000 de pesos, de los cuales el doctor Ribera y su esposa Virginia Toledo aportaron 2'070,000 (69% del total). Además, ante la fuerte demanda externa de mango, surgieron otras empresas en el municipio de Escuinapa. En 1983 se constituyó *Frutas y Legumbres de Escuinapa, S. R. L.* con un capital de 7'500,000 de pesos suscritos por miembros de la familia Simental Beaven, entre ellos José Luis con 1'500,000, Roberto, Alfredo y Oscar con 750,000, Raquel con 500,000 y Angelina y Pedro Zamudio con 500,000 pesos cada uno. En ese mismo año se establecieron también la sociedad *Empaque y Exportaciones de Frutas y Legumbres, S. A.* propiedad de Jorge Quevedo Segura y la sociedad de producción rural *Agroproductos Díaz, S. R. L.* con un capital de 1'000,000 de pesos aportados por los hermanos Ismael, Luis Alfonso y Antonio Díaz Vasabilbazo. En el municipio de El Rosario se asentarían dos empresas: *Frutícola Baluarte* propiedad de Luis Villegas y *La Empacadora don Jorge* de Roberto Crespo y, en el municipio de Mazatlán, la empacadora *Zipi Zape*, de José Antonio Celis.

Para la década de los noventa algunas de las empresas se reorganizarían otras desaparecerían. Sin embargo, su número fue en aumento, ya que para esos años y a principios del siglo XXI, en el sur de Sinaloa funcionaban un total de 16 empacadoras, destacando por su importancia ocho de ellas. Así tenemos que para el año 2003, las empresas ubicadas en el municipio de Escuinapa mantienen su predominio, con el 63% de las plantas, y el 59% del

total de las exportaciones de mango realizadas. Asimismo, destacan por su participación *Agroproductos Diazteca* con el 25% de las exportaciones, *Frutícola Baluarte* con el 21% y *C. C. Tropicales* con el 19%. También, por el dinamismo de las exportaciones durante el periodo 1993-2003 en la región sur de Sinaloa, que tuvieron un incremento del 68%, sobresalen *Frutícola Baluarte*, con un aumento del 833%, *Agroproductos Diazteca* con el 93% y la empacadora *Zipi Zape* con el 46% (véase Cuadro 3).

Cuadro 3. Exportación de mango de las principales empresas del sur de Sinaloa 1993-2003.

EMPRESA	1993	2003
AGROPRODUCTOS DIAZTECA	5,391	10,416
FRUTÍCOLA BALUARTE	970	9,052
C. C. TROPICALES	6,000	8,049
EMPACADORA DON JORGE		5,048
ZIPI ZAPE	2,105	3,067
EMPACADORA I. Q.	3,242	2,024
EMPACADORA J. Q.		583
EMPAQUE JUAN DE DIOS		3,904
OTROS	7,540	335
TOTAL SUR DE SINALOA	25,248	42,478

Fuente. ITESM-Campus Mazatlán, 1994: 23; BANCOMEXT, 1999b: .31

Con a todo lo expuesto podemos observar que el despegue de la producción de mango en México y Sinaloa se produjo durante la década de 1970, bajo el estímulo de la demanda externa, fundamentalmente de los Estados Unidos. La región sur de Sinaloa, formó parte de este proceso, la cual presentaba ventajas climáticas y de localización para la producción de esta fruta. Las unidades de producción de la misma estuvo integrada por pequeños productores, algunos de ellos sólo se constituyeron como empresas cuando quisieron exportar y así disminuir sus costos de transacción.

Las empresas exportadoras de mango del sur de Sinaloa, se constituyeron, en un primer momento, por miembros de distintas familias, ya que carecían del capital suficiente para establecer una empacadora. Sin embargo, con el desarrollo y el apoyo financiero de la banca

privada, se hizo posible la formación de empresas de tipo familiar.

BIBLIOGRAFÍA

- Anuario estadístico de Sinaloa. Edición (1998), Aguascalientes, México, INEGI-Gobierno del Estado de Sinaloa.
- Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos por estados (2001), México SAGARPA.
- Chávez Contreras, Xavier (2001), Mango, su manejo, producción en el trópico seco de México, México, SAGARPA.
- Chavira Anguiano, Antonio (1986), Estudio de mercado del mango en la región sur de Michoacán, México, tesis de la Facultad de Economía, UNAM.
- El mango mexicano. Investigación de mercado y guía para exportación (1997), México, BANCOMEXT.
- Estadísticas históricas de México (1999), México, INEGI.
- Estudio de preinversión de una empacadora de mango de exportación (1999), México, BANCOMEXT.
- Figueroa Zamora, Guillermo (1992), Análisis de la comercialización de mango en la CEE, periodo 1985-1990, tesis Facultad de Economía-UNAM.
- González Santos, Armando, (1975), Producción y comercialización del mango en México, México, FIRA.
- Guía de mercados (1990), México, BANCO-MEXT.
- Guía de mercados de exportación de mango (1999), México, BANCOMEXT.
- Ibarra Partida, Juan (1978), “Auge del Mango en Escuinapa, en Presagio, Culiacán, México, noviembre de 1978, núm. 17, época 1.
- Instituto de Estudios Superiores de Monterrey (1994), Estudio estratégico del sur de Sinaloa. Sector agroindustria del mango, Mazatlán, México, ITESM.
- Ireta Ojeda, Adolfo (1994), Guía técnica para la producción de mango en Sinaloa, México, SAGARPA.

Mercado del mango fresco en los Estados Unidos de América (1977), México, IMCE.

Partida Soto, Araceli María (1994), Instalación de una planta procesadora de mango-pulpa de mango, tesis Facultad de Economía-UNAM.

Proyecto de la industrialización del mango (1999), México, BANCOMEXT.

Ramírez Villapudua, José (1999), Cultivo y enfermedades del mango, Culiacán, México, UAS.

Séptimo Censo Agrícola y Ganadero de Sinaloa (1991), México, INEGI.

Sinagawa, Heerberto (1988), Sinaloa, agricultura y desarrollo, Culiacán, México, CAADES.

México, Dirección General de Estadística, 1954.

HEMEROGRAFÍA

El Sol del Pacífico, Mazatlán, México, 1979-2003.

El Noroeste, Mazatlán, México, 1986-2005.

ARCHIVOS

Registro Público de la Propiedad de Escuinapa (RPPESC), 1970-2005.

EL IMPACTO DE LAS REFORMAS ESTRUCTURALES SOBRE EL MERCADO LABORAL Y LOS INGRESOS DE LOS HOGARES EN MÉXICO: EL CASO DE SINALOA

Armando Javier Sánchez Díaz*

Facultad de Administración Agropecuaria y Desarrollo Rural, Universidad Autónoma de Sinaloa; Km. 0.5 de la Carretera a Angostura, Guamúchil, Sinaloa. Tel./Fax: (663) 732-32-00.

*asanchez@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

Partimos de la hipótesis de que la primera generación de reformas estructurales que se han aplicado en México desde finales de los ochenta, han contribuido al incremento de las actividades y el empleo informal en la economía, lo cual ha conducido a un deterioro de los ingresos reales y al empobrecimiento de un significativo número de hogares en nuestro país.

El objetivo inicial de la investigación fue estudiar los efectos de estas políticas económicas sobre el mercado laboral y el bienestar de las familias trabajadoras. Tomamos como caso de estudio la economía de Sinaloa, la cual nos ofrece la oportunidad de observar los efectos adversos que ha tenido la apertura comercial sobre las actividades productivas agrícolas tradicionales que daban empleo a la mayor parte de la fuerza laboral en esta entidad, las cuales se han ido sustituyendo por actividades comerciales y de servicio.

Se pretende precisar en qué medida el modelo económico que ha prevalecido durante las últimas dos décadas, ha contribuido a agravar el crónico problema del déficit comercial, e impide que la economía pueda recuperar sus históricas altas tasas de crecimiento. También se busca evaluar el impacto que han tenido las políticas de privatización y contención del gasto público sobre la capacidad del gobierno para corregir desequilibrios y asimetrías en los mercados, lograr una distribución del ingreso más equitativa y un mayor flujo de recursos hacia los hogares más pobres.

MÉTODO

La estrategia argumentativa-demostrativa nos obliga, entonces, a plantear al menos un modelo econométrico en el que aparezcan articuladas variables macro y microeconómicas.

Seguimos la metodología desarrollada por Deaton, Angus (1997) para el análisis de los datos microeconómicos. También se planteó la necesidad de estimar el efecto de las decisiones de política económica sobre ingresos y gastos de los hogares en Sinaloa, empleando distintos modelos econométricos, incluyendo a los modelos de equilibrio general computarizados (EGC). Contamos con los estudios hechos por Harris, Rebecca Lee (2002) con el apoyo técnico de Robinson, S.; El-Said, M. (2000) y Robinson, S.; Cattaneo, A.; El-Said, M. (1998)

Este tipo de modelos han sido muy cuestionados por los supuestos poco realistas de los que parten y que llevan, por ejemplo, a conclusiones demasiado optimistas acerca de los mayores niveles de bienestar que pueden lograr los países subdesarrollados del libre comercio. Se considera que una variante de este tipo de modelos, como la que plantean Taylor y von Arnim (2006) desde una perspectiva estructuralista, podría aportar algunos criterios útiles para diseñar una política económica alternativa que fortalezca al sector formal, disminuya la informalidad y contribuya a disminuir la desigualdad y la pobreza.

Un aspecto que se consideró muy importante en el proyecto de investigación inicial, fue el de la formación de los colaboradores en los aspectos metodológicos y

técnicos (económicos); por lo que se impartió un curso-taller de sesenta horas dirigido principalmente a los integrantes del equipo de investigación. En este curso se discutió en torno a las reformas estructurales, las características del mercado laboral en México y Sinaloa, y además se examinaron 9 tipos de modelos económicos que se aplican comúnmente en los estudios sobre empleo y distribución del ingreso. Se puso más énfasis en modelos que permiten explicar la participación laboral, las diferencias salariales y la desigualdad.

RESULTADOS (Preliminares)

Impacto de las reformas estructurales sobre el empleo

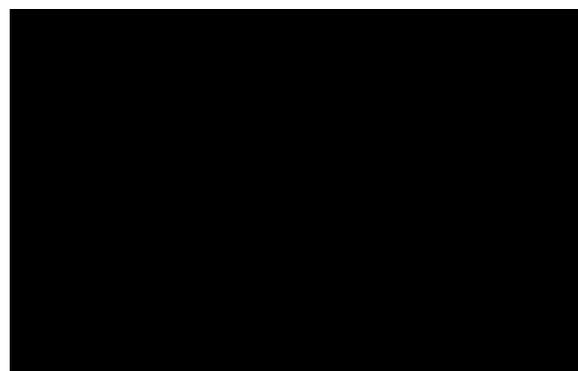
La investigación aún no arroja resultados finales; pero se ha logrado avanzar en los aspectos teóricos y en estudio de los modelos económicos. Se han realizado análisis descriptivos de los datos de las encuestas de empleo (ENEU y ENOE) y de la encuesta de ingreso y gasto de los hogares (ENIGH) del INEGI.

Se diseñó un cuestionario encuestal para ser aplicado a los jefes de familia en una muestra representativa de hogares de toda la entidad.

Las primeras observaciones confirman lo que muchos investigadores han señalado acerca de que los cambios estructurales en México han modificado la estructura del empleo, al incrementarse la participación de los ocupados en el sector informal en relación con el total de ocupados. Además, se observan altas tasas de participación laboral, principalmente entre las trabajadoras del sexo femenino. A una baja tasa de desempleo abierto, corresponden elevados índices de subempleo y autoempleo no-profesional. La oferta laboral en el sector informal se asocia a los niveles más bajos de remuneración que existen en el mercado.

En el siguiente cuadro se puede observar que en México desde el año 1987, es elevada y creciente la participación de los trabajadores que laboran en pequeños establecimientos de uno a cinco empleados, sin recibir prestaciones condiciones críticas de ocupación (por menos de 35 horas a la semana debido a “razones de mercado”, o por más de 48 horas a cambio de uno a dos salarios mínimos, o por más de 35 horas percibiendo menos de un salario mínimo).

Cuadro 1. México 1992-2004: Población ocupada en condiciones críticas.



Efectivamente, el pobre desempeño que ha tenido nuestra economía durante estos últimos años no ha permitido crear el millón de puestos de trabajo que la sociedad requiere cada año y actualmente millones de mexicanos se encuentran subempleados o se autoemplean en actividades informales. La evidencia estadística revela que un significativo número de empleos que se crearon durante los últimos veinte años pueden clasificarse como informales, porque corresponden a actividades económicas a las que se suele llamar con cierto eufemismo: “microempresas”, “pequeños emprendimientos”. Estos “emprendimientos” son en realidad pequeñas unidades económicas, que ofrecen empleos precarios, escasamente remunerados y de baja productividad. Estos “changarros”, como también se denominan, son actividades que no sólo no requieren de mano de obra calificada, sino que a menudo cualquier

calificación que un individuo adquiriera previamente, la pierde en el “changarro”.

Por ejemplo, los datos sobre Sinaloa en los censos económicos de 1999 muestran que durante la pasada década el número de nuevas unidades manufactureras pequeñas (con 1-30 empleados) se incrementó en 157%, mientras que las medianas y grandes (con más de 30 empleados) sólo lo hicieron en casi un 41%. Las primeras representaron más del 90% del total de empresas en este sector. Del total de nuevos puestos de trabajo que se crearon en el sector, más del 75% correspondió a las pequeñas empresas [Cfr. Sánchez Díaz, Armando J. (2007)].

Impacto en el bienestar de los hogares

En el caso de nuestro país, durante los últimos veinte años hemos observado otros fenómenos que también se asocian a la aplicación del modelo liberalizador, como la creciente concentración del ingreso en un número muy reducido de hogares y un incremento de la pobreza sobre todo en los estados del centro y sureste del país. La desigualdad crece a la vez que se consolidan algunos grupos monopólicos cuyo enorme poder económico genera desequilibrios en los mercados de bienes y servicios estratégicos. El enorme poder de estos grupos les permite influir decisivamente en la política y en la toma de decisiones al más alto ámbito.

Con una economía que no crece lo suficiente ni de manera sostenida, en la que las fuentes de empleo formal son escasas y el ingreso se concentra cada vez más, es muy difícil o prácticamente imposible alcanzar las metas sociales. Y, por los poderosos intereses que están en juego, parece muy poco probable que el gobierno mexicano decida corregir el actual rumbo económico, por lo que la única alternativa que le queda es seguir desarrollando algunos programas sociales muy específicos que permitan contrarrestar algunos de los efectos más negativos que este modelo tiene sobre la calidad de vida de los hogares. El problema es que debido a sus

propias limitaciones fiscales y administrativas el gobierno ya no dispone, como en épocas pasadas, de los recursos que podía emplear para este fin.

La economía no crece; sin embargo, la tasa de desempleo es muy baja

Se observa otra aparente paradoja en el “mercado” laboral: la tasa de desempleo se mantiene muy baja en una economía que prácticamente no crece ni genera suficientes puestos de trabajo. Esto significa que existe un sector de la economía en el que los recursos y el talento de los individuos se desaprovechan o están subutilizados; podría considerarse como una forma de encubrir o disimular el desempleo. Debido a que no se ha hecho una reforma laboral en México, aún sobrevive un sector formal moderno en la economía. Precisamente, la existencia de un sector formal moderno en la economía, que aún ofrece por ley a sus trabajadores remuneraciones y muchos otros beneficios no pecuniarios, genera demanda de bienes y servicios que se producen en el sector informal y que representan oportunidades de empleo para quienes se dedican a este tipo de actividades más tradicionales.

A dónde conduce la creciente informalidad en la economía

Basándonos en López Gallardo, Julio (1997) mostramos a continuación: primero, que para contrarrestar la concentración del ingreso y la desigualdad social que existe en nuestro país, necesitamos incrementar el número de empleos formales en la economía.

Más empleos formales para una mejor distribución del ingreso

Sea ψ el índice de concentración del ingreso, que definiremos como el cociente entre el ingreso medio por persona de quienes perciben los ingresos más elevados, y el de quienes reciben los más bajos ingresos. Según

los resultados de la Encuesta Nacional de Empleo Urbano del INEGI, aplicada en 1996 y 1998 en el estado de Sinaloa, los primeros son los empleadores, mientras que los segundos son los asalariados urbanos y los trabajadores informales. De manera que podemos expresar ψ en la siguiente forma:

$$\psi = \frac{\delta I_e}{(\varphi I_{au} + \gamma I_{iu})}, \quad (1)$$

índice de concentración del ingreso
en donde:

$$\varphi > 0, \gamma > 0$$

I_e = ingreso por persona de los empleadores.

I_{au} = ingreso por persona de los asalariados urbanos del sector formal.

I_{iu} = ingreso por persona de los trabajadores informales urbanos.

δ = participación de los empleadores urbanos en la población de altos ingresos.

φ = participación de los asalariados urbanos en la población de bajos ingresos.

γ = participación de los trabajadores informales y campesinos pobres en la población de bajos ingresos.

Debido a que $\varphi + \gamma = 1$, entonces la ecuación (1) también se puede expresar como:

$$\psi = \frac{(\delta I_e)}{\varphi(I_{au} - I_{iu}) + I_{iu}}, \quad (2)$$

Para determinar el efecto que tendría un incremento en el número de empleos formales sobre el índice de concentración del ingreso, empecemos por considerar que el primer resultado de esto sería un aumento en la participación de los asalariados formales en la población de menores ingresos (φ), y la subsiguiente disminución de la de los trabajadores informales (γ).

Si derivamos (ψ) con respecto a (φ) obtenemos:

$$\frac{d\psi}{d\varphi} = -\frac{\delta I_e (I_{au} - I_{iu})}{[\varphi(I_{au} - I_{iu}) + I_{iu}]^2} \quad (3)$$

Debido a que (δI_e) y el denominador de esta fracción son cantidades positivas, esta

derivada será negativa si el ingreso promedio de los asalariados urbanos (I_{au}) es superior al de los trabajadores informales urbanos (I_{iu}), condición que se cumple en Sinaloa, como lo veremos más adelante cuando examinemos la evidencia empírica acerca del ingreso de los trabajadores en esta entidad.

De manera, que un incremento del empleo asalariado formal tendría un efecto benéfico sobre la distribución del ingreso al reducirse en términos relativos los trabajadores peor remunerados y aumentar los mejor remunerados al interior del grupo de menores ingresos.

DISCUSIÓN

Actualmente encontramos al menos dos perspectivas bastante opuestas acerca del impacto que tiene la liberalización comercial sobre el empleo y calidad de vida de los hogares mexicanos: una es la que tienen los economistas del Banco Mundial como Nicita, Alessandro (2005), y la otra es la de autores como Taylor, Lance (ed.) (1990); Ackerman, Frank (2005); Thirlwall, A.P.; Pacheco-López, Penélope (2007a).

Por ejemplo, Nicita, Alessandro (2004) analiza los efectos que la liberalización comercial en México ha tenido sobre los precios y salarios domésticos y cómo esto ha impactado el bienestar de los hogares. El autor concluye que la apertura comercial ha disminuido los precios relativos de la mayoría de los productos agrícolas no-animales y por esto redujo el ingreso de los hogares en el sector agrícola y ensanchó la brecha de ingreso entre las zonas rurales y urbanas. También se amplió la brecha salarial entre trabajadores calificados y no-calificados, y en muchas regiones los salarios de estos últimos han disminuido. Se pueden observar las mismas diferencias en la distribución de los beneficios de la apertura comercial entre los estados fronterizos con los EUA, y los estados con mayor rezago económico que se encuentran más al sur. Aún así, el autor

termina afirmando que aunque la apertura comercial ha sido benéfica, ha traído mayor desigualdad. Le atribuye haber reducido la pobreza en México en un tres por ciento lo que significa que liberó de la pobreza aproximadamente a tres millones de personas. En un posterior análisis, Nicita, Alessandro (2005) evalúa los efectos sobre los hogares mexicanos derivados de la implementación de la agenda de Doha y concluye en que la apertura comercial multilateral tendría un impacto negativo, aunque reducido, sobre los hogares mexicanos. Sin embargo, si se aplica la agenda de Doha y se complementa con políticas domésticas para incrementar la productividad y mejorar los mecanismos de precios, los efectos podrían ser positivos.

Partiendo de un análisis de 17 países latinoamericanos, entre los que se incluía a México, Taylor, Lance; Vos, Rob (2003) concluyen que la aplicación de las reformas liberalizadoras neoliberales en la región desde mediados de los ochenta, se asocia a bajas tasas de crecimiento del producto.

Durante el sexenio de Salinas De Gortari (1988-1994) en México se aplicó el mismo paquete de reformas estructurales que prescribieron los organismos financieros internacionales al resto de América Latina. Se privatizaron bancos, se abrió la economía a todo tipo de inversiones extranjeras y entró en vigor el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) entre nuestro país, Estados Unidos y Canadá; es decir, se liberalizó el mercado de bienes y servicios y el sistema financiero, con lo que se sustituyó el antiguo modelo económico proteccionista que sustituía importaciones y que se consideró ineficiente, por un nuevo modelo que supuestamente buscaría estimular las exportaciones aprovechando nuestras ventajas comparativas.

Sin embargo, no tardó mucho el nuevo modelo en verse sometido a una gran prueba de fuego durante la crisis financiera de 1994-95, en la cual se evidenció que la economía ahora es mucho más vulnerable ante los choques externos debido a la gran volatilidad y

falta de control sobre los capitales que entran y salen del país; lo que Stiglitz, Joseph E. (2002) llama una mayor “exposición” de la economía.

En países subdesarrollados como el nuestro, con enormes reservas de recursos naturales y abundante mano de obra, la sustitución del viejo modelo proteccionista por este nuevo modelo sólo se justificaba si se cumplía con el supuesto de que todos estos recursos se emplearan plenamente; si no se cumplía esta condición se anticipaba que este podría ser un cambio muy drástico.

Ackerman, Frank (2005) explica que hace sólo unos cuantos años algunos especialistas empleaban modelos de equilibrio general computarizados (EGC) para mostrar que con la apertura comercial las naciones subdesarrolladas podían obtener mayores beneficios que los que podían obtener sus socios comerciales, las naciones desarrolladas. Actualmente, haciendo uso de este tipo de modelos, pero partiendo de otras perspectivas teóricas y metodológicas, varios investigadores han demostrado que estos beneficios no sólo son pequeños en términos agregados, sino que favorecen a los países desarrollados. El aporte de la liberalización del comercio al desarrollo económico y al alivio de la pobreza es insignificante. Se ha revelado que las técnicas con las que se estimaban los beneficios esperados a partir de la liberalización de los servicios, lo mismo que las ganancias en productividad esperadas en el largo plazo, eran muy poco confiables.

Por una parte, las limitaciones de los modelos EGC se debían a que siempre se concibieron en un marco de referencia estático y a que solía suponerse que las decisiones de política comercial no impactaban al empleo total (ni incrementaban ni disminuían el empleo), por lo que resultaba innecesario incluir esta variable dentro del modelo. En indudable que se requiere considerar esta variable dentro del modelo para obtener resultados más completos y realistas. Y, por otra parte, los modelos se orientaban a mostrar que la reducción de tarifas favorece a

los consumidores porque éstos pueden adquirir bienes a precios menores; sin embargo, debido a los supuestos de los que partía el modelo, no se evaluaba el impacto que la apertura comercial tendría sobre los productores nacionales.

El argumento central en la crítica que hacen Taylor, Lance; von Arnim, Rudiger (2006) a los modelos EGC, sobre todo los que usan los economistas del Banco Mundial [Ver Nicita, A (2004, 2005) y Lanchovichina, E. *et al.* (2001)], es que las simulaciones que se obtienen con estos modelos no pueden ser presentadas como hechos o evidencia empírica, precisamente por los supuestos poco realistas de los que se parte (principalmente acerca de las principales variables macroeconómicas como: la tasa de cambio, la tasa de interés y el empleo), y además por la forma errónea de concebir el bienestar y las dudosas técnicas que se emplean para medirlo.

Preocupado por las consecuencias que traería para los países de América Latina adherirse al Acuerdo de Libre Comercio de las Américas (ALCA), Hanson, Gordon H. (2003) analiza el impacto del TLCAN sobre los salarios de los trabajadores mexicanos. El autor explica que la apertura comercial y la liberalización de la cuenta de capital en la economía mexicana ha contribuido a incrementar la demanda de mano de obra calificada, ha reducido los ingresos de aquellas empresas industriales que antes de las reformas pagaban altos salarios a sus trabajadores y ha incrementado las remuneraciones de los trabajadores en los estados fronterizos con los EUA. Estos cambios han ocasionado una mayor dispersión salarial en el país. Durante la década pasada se elevó el salario a los trabajadores más calificados, tal y como ocurrió en el caso de los trabajadores en los EUA.; obviamente, este dato es insuficiente para hablar de una tendencia hacia la convergencia salarial entre ambos países. Hanson (2003) explica que en México se han ampliado las diferencias salariales entre regiones y esto se debe principalmente al acceso diferencial de algunos estados a los mercados y a los capitales externos y a que en

estas entidades los asalariados tienen más oportunidades para migrar y trabajar en los EUA.

En esta investigación se parte de una perspectiva metodológica crítica influida por autores neoestructuralistas y neomarxistas. Se cuestiona al actual modelo económico neoliberal aplicado en nuestro país, y se pretende demostrar que, aunque éste ha tenido “éxito” al mantener el control de las principales variables macroeconómicas, este resultado se ha obtenido imponiendo un modelo económico conservador que impide emplear la inversión pública para dinamizar la demanda, fomentar el crecimiento, y corregir las imperfecciones y desequilibrios en los mercados. Observamos lo que Dussel P., Enrique (2000) denomina una mayor polarización social como consecuencia de los cambios estructurales. Además, el actual entorno político ha propiciado la consolidación de unos cuantos grupos monopólicos privilegiados, que generan distorsiones en los precios relativos internos, impiden el desarrollo de los sectores productivos mayoritarios, e impiden una más equitativa distribución del ingreso, con lo que se afecta a un significativo número de hogares.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Autónoma de Sinaloa, a través de la Coordinación General de Investigación y Posgrado, por el aporte financiero que se recibió para la realización del presente proyecto, en el marco de la Convocatoria 2006 del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación.

LITERATURA

Ackerman, Frank (2005), "The Shrinking Gains from Trade: A Critical Assessment of Doha Round Projections", Global Development and Environment Institute, Tufts University, Medford, MA, USA.

Deaton, Angus (1997), *The Analysis of Household Surveys: A Microeconomic*

- Approach to Development Policy, The World Bank - The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland.
- Dussel P., Enrique (2000), *Polarizing Mexico. The Impact of the Liberalization Strategy*, Lynne Rienner Publishers Inc., Boulder, Colorado, USA.
- Hanson, Gordon H. (2003), "What Has Happened to Wages in Mexico since NAFTA?. Implications for Hemispheric Free Trade". NBER W9563, Cambridge, MA.
- Harris, Rebecca Lee (2002): "Estimation of a Regionalized Mexican Social Accounting Matrix: Using Entropy Techniques to Reconcile Disparate Data Sources". TMD Discussion Paper 97.
- López Gallardo, Julio (1997), "La Macroeconomía del Empleo y las Políticas Macroeconómicas", in *Macroeconomía del Empleo y Políticas de Pleno Empleo para México*. Grupo Editorial UNAM - Miguel Ángel Porrúa ed., UNAM - Miguel Ángel Porrúa, Grupo Editorial. México, D.F.
- Nicita, Alessandro (2004), "Who Benefited from Trade Liberalization in Mexico? Measuring the Effects on Household Welfare". World Bank Policy Research Working Paper, Washington DC.
- _____ (2005), "Multilateral Trade Liberalization and Mexican Households: The Effect of the Doha Development Agenda". Development Research Group, Trade (DECRG-TR), World Bank Working Paper 3707, Washington, D.C.
- Robinson, S.; Cattaneo, A.; El-Said, M. (1998), "Estimating a Social Accounting Matrix Using Cross Entropy Methods". TMD Discussion Paper 33.
- Robinson, S.; El-Said, M. (2000), "GAMS Code for Estimating a Social Accounting Matrix (SAM) Using Cross Entropy (CE) Methods". TMD Discussion Paper 64.
- Sánchez Díaz, Armando J. (2007), *Sector informal y empleo en Sinaloa, 1990-2000*, PROMEP-UAS, Culiacán.
- Stiglitz, Joseph E. (2002), "Whither Reform? Towards a New Agenda for Latin America", Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC) Santiago, Chile.
- Taylor, Lance (ed.) (1990), *Socially Relevant Policy Analysis: Structuralist Computable General Equilibrium Models for The Developing World*, The MIT Press. Cambridge, MA.
- Taylor, Lance; von Arnim, Rudiger (2006), "Modelling the Impact of Trade Liberalisation. A Critique of Computable General Equilibrium Models", Research Report, Oxfam International, Boston, MA.
- Taylor, Lance; Vos, Rob (2003), "Liberalización de la balanza de pagos en América Latina: efectos sobre el crecimiento, la distribución y la pobreza", 1a. Edición ed. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Tegucigalpa.
- Thirlwall, A.P.; Pacheco-López, Penélope (2007a), "Trade Liberalisation in Mexico: Rhetoric and Reality", University of Kent, UK.

VI. Biotecnología y Ciencias Agropecuarias

INFLUENCIA DE RACTOPAMINA Y MÉTODO DE PROCESAMIENTO DEL MAÍZ EN LA RESPUESTA PRODUCTIVA DE BOVINOS EN FINALIZACIÓN

Rubén Barajas-Cruz^{1*}, Billy Josue Cervantes-Pacheco^{1,2}, Roberto de Jesús Virgilio-Arvalo³, Javier Alonso Romo-Rubio¹ y Juan Manuel Romo-Valdez¹.

¹ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Sinaloa

² Ganadera Los Migueles, S.A. de C.V.

³ Tecnología de Máxima Producción, S.A. de C.V.

*Correo electrónico: rubar@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

La autorización para el uso del agonista β -adrenérgico clorhidrato de ractopamina en la alimentación de bovinos productores de carne, en el 2004, ha generado el interés tanto de académicos como de productores por conocer sus potencialidades (Johnson, 2004). La mayor parte de la información de este producto, proviene de pruebas conducidas con novillos de razas especializadas para la engorda y vaquillas (Schroeder *et al.*, 2005a, b; Vogel *et al.*, 2005), sin embargo, en el estado de Sinaloa, en donde se concentra la mayor cantidad de bovinos en engorda intensiva del país, la genética del ganado cuenta con un importante componente de razas cebuinas (*Bos indicus*). En adición, la mayor parte de las pruebas con ractopamina, se han llevado a cabo, alimentando con dietas conteniendo niveles similares de energía a los animales que reciben o no el β -adrenérgico. El hojueleado del maíz previamente tratado con vapor aumenta la cantidad de energía disponible para los bovinos, con respecto al maíz molido en seco (Zinn, 1987; Barajas y Zinn, 1998), por lo que la substitución del maíz con diferente procesamiento permite variar el contenido energético de la dieta, sin modificar sustancialmente su composición.

Este trabajo se llevó a cabo para determinar la influencia del clorhidrato de ractopamina adicionada a dietas integradas por maíz molido en seco u hojueleado al vapor en la respuesta de toretes encastados de cebú en finalización.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo de mayo a junio de 2006 en la "Unidad Experimental para Bovinos de Engorda en Trópico Seco", ubicado en las instalaciones de Ganadera Los Migueles, S.A. de C.V., en Culiacán, Sinaloa, localizada a 24° 50' latitud Norte y 107° 26' longitud Oeste, a una altura de 57.34 msnm, temperatura media anual de 24.8 °C.

Se utilizaron 84 toretes cruzados de cebú con razas europeas (382.77 ± 4.34 kg), provenientes de un mismo lote con 120 días previos en engorda. Los animales en grupos de siete fueron alojados en corraletas (6 x 12 m) con piso de tierra, provistos de 2.4 m de comedero lineal y 0.6 m de bebedero. Los animales fueron pesados individualmente y tomando como criterio de bloqueo el peso inicial de acuerdo a un diseño en bloques completos al azar con arreglo factorial 2 x2 (Hicks, 1973) fueron asignados a recibir durante 33 días las dietas de finalización, que constituyeron los tratamientos: 1) Dieta conteniendo 68.61% de maíz molido en seco (MMS); 2) Dieta similar al testigo, pero sustituyendo la totalidad del maíz molido por maíz hojueleado al vapor (MHV); 3) Dieta similar al testigo, a la que 33 días antes de la fecha estimada de sacrificio se le adicionó 30 mg de ractopamina-HCL (Optaflexx 100^{MR}, Elanco)/kg de alimento (MMSRAC) y 4) Dieta conteniendo maíz hojuelado al vapor adicionada con 30 mg de ractopamina/kg de alimento (MHVRAC). La composición de las dietas se presenta en el cuadro 1. Los toretes fueron pesados los días 1 y 34 del experimento. El alimento fue ofrecido una vez al día (1600) a libre acceso (105 % del

consumo promedio de la semana anterior). El consumo de alimento se consideró como el ofrecido menos el rechazo semanal. La ENm y ENg de las dietas se calcularon por un proceso iterativo (Zinn, 1987). Los resultados fueron

analizados por ANOVA para un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 2x2 (Hicks, 1973) utilizando la versión 8 del paquete computacional Statistix™ (Analytical Software; Tallahassee, FL).

Cuadro 1. Composición en base seca de las dietas utilizadas en el experimento.

Ingredientes	Maíz molido	Maíz hojueado
Maíz molido	68.61	-
Maíz hojueado	-	68.61
Rastrojo de maíz	12.20	12.20
Pasta de soya	6.01	6.01
Melaza de caña	4.17	4.17
Sebo	4.41	4.41
Harina de carne y hueso de cerdo	2.00	2.00
Ganamin Total ¹	2.78	2.78
Total	100 %	100 %
Análisis calculado en base seca ²		
Proteína cruda, %	13.17	13.17
Energía Neta para mantenimiento, Mcal/kg	2.048	2.153
Energía Neta para ganancia, Mcal/kg	1.385	1.467

¹ Ganamin Total® (Técnica Mineral pecuaria, S.A. de C.V.; Guadalajara, Jalisco),

² Calculado a partir de valores publicados (NRC, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de los tratamientos en la respuesta productiva se presenta en el cuadro 2. El peso final no fue modificado por los tratamientos ($P > 0.20$), contrario a lo observado por Schroeder *et al.*, (2005a) y Laudert *et al.* (2005) quienes obtuvieron un incremento en el peso final al adicionar ractopamina al alimento. Ractopamina incrementó ($P < 0.01$) 17% la ganancia diaria de peso (1.181 vs. 1.387 kg/d), mejoró ($P < 0.01$) en 20% la conversión alimenticia (7.017 vs. 5.610), estos incrementos en las respuestas son similares a los que fueron observados en experimentos conducidos con novillos de razas especializadas por Schroeder *et al.* (2005a) y Laudert *et al.* (2005). La adición de ractopamina tendió ($P = 0.08$) a disminuir el consumo de MS, contrario a lo observado por Loe *et al.* (2005) quienes

observaron una tendencia a elevar el consumo en toretes que recibieron 200 mg de ractopamina-HCL/día. La retención de energía neta de mantenimiento de la dieta fue aumentada ($P < 0.01$) 14% (1.986 vs. 2.271 Mcal/kg) por la adición de ractopamina, este incremento en la ENm retenida por los animales a partir de la dieta, más que interpretarse como un aumento en el contenido energético del alimento, es un indicador del impacto anabólico debido al β -agonista.

El procesamiento del maíz no afectó la ganancia diaria de peso ($P = 0.86$). El maíz hojueado disminuyó ($P < 0.01$) en 9.5% el consumo de MS; la disminución en el consumo de materia seca es un efecto que se ha encontrado consistentemente como respuesta al procesamiento de hojueado con vapor en el maíz amarillo (Lee *et al.*, 1982; Barajas y

Zinn, 1998), lo cual es atribuido al incremento en la disponibilidad de la energía debido principalmente a facilitar la digestión del almidón (Zinn, 1987). Una tendencia ($P = 0.08$) a interacción en el consumo de materia seca fue observada, en la que los animales alimentados con la dieta conteniendo maíz molido sin ractopamina consumieron más alimento ($P = 0.05$) que el resto de los tratamientos. El maíz hojueado mejoró ($P = 0.05$) en 10.5% la conversión alimenticia

(6.663 vs. 5.964), coincidiendo con los resultados obtenidos por Ramírez *et al.* (1985). La retención de energía neta de mantenimiento de la dieta fue aumentada ($P = 0.01$) 8.79% (2.039 vs. 2.218 Mcal/kg). La ENg fue mejorada ($P = 0.01$) tanto por ractopamina como por el maíz hojueado; Zinn (1987) observó una mejora del 7.7% en la retención de ENm y del 7% para la ENg cuando ofreció dietas con maíz amarillo hojueado al vapor a toretes en engorda.

Cuadro 2. Influencia de la adición de ractopamina y método de procesamiento del maíz en el desempeño productivo de toretes encastados de cebú en finalización.

Variable	Tratamientos				EEM	Efectos principales, valor de P		
	Sin Ractopamina		Con Ractopamina ¹			MPM ³	RAC ³	M x R ³
	MMS ²	MHV ²	MMS ²	MHV ²				
Animales	21	21	21	21				
Corraletas	3	3	3	3				
Días en prueba	33	33	33	33				
Peso Inicial, kg	381.14	384.71	382.26	383.06	4.34	0.50	0.93	0.67
Peso final, kg	420.71	423.72	428.12	428.75	6.14	0.69	0.20	0.79
Ganancia de peso, kg	39.568	39.104	45.853	45.690	2.32	0.83	< 0.01	0.91
Ganancia diaria, kg/día	1.189	1.173	1.372	1.402	0.54	0.86	< 0.01	0.57
Consumo de MS, kg/día	8.527 ^a	7.425 ^b	7.904 ^b	7.431 ^b	0.21	< 0.01	0.08	0.08
Consumo/ganancia	7.449	6.585	5.876	5.343	0.39	0.05	< 0.01	0.58
Energía neta de la dieta, Mcal/kg								
ENm	1.886	2.085	2.191	2.350	0.07	0.01	< 0.01	0.71
ENg	1.244	1.419	1.511	1.651	0.06	0.01	< 0.01	0.71
Energía neta, observada/esperada								
ENm	0.92	0.97	1.07	1.09	0.03	0.20	< 0.01	0.61
ENg	0.90	0.97	1.09	1.13	0.04	0.15	< 0.01	0.60

^{a, b}, indican diferencia estadística, $P < 0.05$.

¹ 300 mg de RactopaminaHCl/cabeza.

² MMS = Maíz molido en seco, MHV = Maíz hojueado al vapor.

³ MPM = Método del procesamiento del maíz, RAC = Ractopamina, M x R = Método de procesamiento por ractopamina.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Ganadera Los Migueles, S.A. de C.V., al PROFAPI-2006 UAS y al CECyT-Sinaloa por el apoyo para la realización del trabajo.

CONCLUSIÓN

Los resultados del experimento sugieren, que la adición de ractopamina-HCl promueve la

respuesta productiva de toretes en finalización con independencia del contenido energético de la ración, y que el procesamiento de hojueado con vapor del maíz blanco incrementa la disponibilidad de su energía para bovinos en finalización.

LITERATURA CITADA

Barajas, R., and R.A. Zinn (1998), The feeding value of dry-rolled and steam flake corn in

- finishing diets for feedlot cattle: influence of protein supplementation, *J. Anim. Sci.* 76:1744-1752.
- Hicks, C. R. (1973), *Fundamental concepts in the design of experiments*, Holt, Rinehart and Wiston, New York.
- Johnson, B.J. (2004), β -Adrenergic agonists: efficacy and potential mode of action in cattle, *Proc. Plains Nutr, Council Spring Conf*, April 15-16, San Antonio, TX. 51-61.
- Laudert, S.; G. Voguel; A. Schroeder; W. Platter, and M. Van Koevering (2005), Effects of ractopamina fed to finishing steers, I - summary of six studies – growth performance, *J. Anim. Sci.*, vol. 83 (Suppl. 1):112 (abstract).
- Lee, R.W.; M.L. Galyean and G.P. Lofgreen (1982), Effects of mixing whole shelled and steam-flaked corn in finishing diets of feedlot performance and site and extent of digestion in beef steers, *J. Anim. Sci.* 55:475
- Loe, E.R.; M.J. Quinn; D.K. Walker; B.E. Depenbusch; A.S. Webb; M.E. Corrigan; T.J. Klopfenstein; G.E. Erickson; B.D. Dicke; E.C. Titgemeyer and J.S. Drouillar (2005), Effect of Optaflexx[®] on finishing performance of steers and heifers, *Proc. Plains Nutrition Council Spring Conference*, San Antonio, TX (apr. 14-15), Publication No. AREC 65-20, Texas A&M University.
- NRC. (1996), *Nutrient requirement of beef cattle (7th Edition)*, National Academy Press, Washington, D.C.
- Ramirez, R.G.; H.E. Kiesling; M.L. Galyean; G.P. Lofgreen and J.K. Elliott (1985), Influence of steam-flaked, steamed whole or whole shelled corn on performance and digestion in beef steers, *J. Anim. Sci.* 61:1.
- Schroeder, A.; D. Hancock; D. Mowery; S. Laudert; G. Vogel, and D. Polser (2005a), Dose titration of Optaflexx (ractopamine HCl) evaluating the effects on growth performance in feedlot steers, *J. Anim. Sci.*, vol. 83 (Suppl. 1):111 (abstract).
- Schroeder, A.D.; Hancock, D. Mowery; S. Laudert; G. Vogel, and D. Polser (2005b), Dose titration of Optaflexx (ractopamine HCl) evaluating the effects on growth performance in feedlot heifers, *J. Anim. Sci.*, vol. 83 (Suppl. 1):113 (abstract).
- Voguel, G.; A. Schroeder; W. Platter; M. Van Koevering; A. Aguilar; S. Laudert; J. Beckett, Drouillard; G. Duff, and J. Elam. Effect of ractopamina on growth performance of calf-fed Holstein steers. *J. Anim. Sci.*, vol. 83 (Suppl. 1): 112-113 (abstract).
- Zinn, R.A. (1987), Influence of Lasalocid and monensin plus tylosin on comparative feeding value of steam-flaked versus dry-rolled corn in diets for feedlot cattle, *J. Anim. Sci.* 65:256.

INFLUENCIA DE METIONINA DE CROMO EN LA RESPUESTA PRODUCTIVA Y CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE TORETES EN FINALIZACIÓN

Rubén Barajas-Cruz^{1*}, Billy Josue Cervantes-Pacheco^{1,2}, Roberto de Jesús Virgilio-Arvalo³, Javier Alonso Romo-Rubio¹ y Juan Manuel Romo-Valdez¹.

¹ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Sinaloa

² Ganadera Los Migueles, S.A. de C.V.

³ Tecnología de Máxima Producción, S.A. de C.V.

*Correo electrónico: rubar@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

El cromo trivalente juega un papel importante en la amplificación de la señal de la insulina, para facilitar el uso de la glucosa por parte de la célula (Vincent, 2004). La adición de cromo a la dieta a mejorado la respuesta productiva de bovinos al inicio de la engorda (Kegley *et al.*, 1987; Barajas y Almeida, 1999; Barajas *et al.*, 2005). En ovinos ha incrementado la ganancia de peso (Bonomi *et al.*, 2000; Domínguez *et al.*, 2001), y aumentado el área ojo de costilla disminuyendo ocasionalmente la cantidad de grasa (Kitchalong *et al.*, 1995; Domínguez *et al.*, 2001). Sin embargo, existe poca información de su influencia en bovinos en finalización. Pollard *et al.* (1999) adicionado 0, 0.2 y 0.4 ppm de cromo, encontraron que con 0.2 ppm de Cr no se modificó la ganancia de peso y se aumentó el peso de la canal, en tanto que con 0.4 ppm de Cr, la ganancia de peso fue disminuida, pero se aumentó el área del ojo de costilla. Luseba (2001) alimentó durante 120 días a novillos adicionando 0.3 ppm de cromo usando como fuente levadura alta en cromo y no encontró efecto en la respuesta productiva ni características de la canal, aunque los animales fueron sacrificados a un peso de 345 kg, que es bajo para considerar finalizados a los novillos.

Este trabajo se llevó a cabo con el objetivo de determinar el efecto de la adición de 0.2 ppm de cromo a partir de metionina de cromo en la respuesta productiva y características de la canal de toretes en finalización.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo de mayo a junio de 2006 en la "Unidad Experimental para Bovinos de Engorda en Trópico Seco", ubicado en las instalaciones de Ganadera Los Migueles, S.A. de C.V., en Culiacán, Sinaloa, localizada a 24° 50' latitud Norte y 107° 26' longitud Oeste, a una altura de 57.34 msnm, temperatura media anual de 24.8 °C.

Se utilizaron sesenta toretes cruzados de cebú con razas europeas (455.95 ± 2.19 kg), provenientes de un mismo lote con 112 días previos en engorda. Los animales en grupos de cinco fueron alojados en corraletas (6 x 12 m) con piso de tierra, provistos de 2.4 m de comedero lineal y 0.6 m de bebedero. Los animales fueron pesados individualmente y tomando como criterio de bloqueo el peso inicial, de acuerdo a un diseño en bloques completos al azar (Hicks, 1973) fueron asignados a recibir durante 34 días una de dos dietas de finalización, que consistieron los tratamientos: 1) Dieta con 13.17 % de PC y 2.048 Mcal de ENm/kg, con 13 % de forraje y 87 % de concentrado formulada en base a maíz y pasta de soya (testigo); y 2) Dieta similar al testigo adicionada con 0.2 ppm de cromo a partir de metionina de cromo (Microplex[®], Zinpro Co. Eden Prairie, MN). La composición de la dieta se presenta en el cuadro 1. Los toretes fueron pesados los días 1 y 34 del experimento. El alimento fue ofrecido una vez al día (1600) a libre acceso (105 % del consumo promedio de la semana anterior). El consumo de alimento se consideró como el ofrecido menos el rechazo semanal. La ENm y

Eng de las dietas se calcularon por un proceso iterativo (Zinn, 1987).

Ocho animales de cada tratamiento fueron seleccionados al azar para llevar a cabo las mediciones en canal. Los animales se sacrificaron en el rastro municipal de Culiacán. La oreja izquierda fue cortada, se retiró la piel y la condición del implante fue evaluada. Se obtuvo el peso de la canal caliente y después de 24 horas en cuarto frío (4 °C), en lado izquierdo de la canal se realizó un corte transversal en el músculo *longissimus dorsi* entre la 12^{va} y 13^{va} costilla. Después de quince minutos de exposición al frío, se midió el espesor de la grasa dorsal (cm); el área del ojo

de la costilla (AOC) fue medido por lectura directa con regleta graduada; el grado de marmoleo y el porcentaje de grasa alrededor de riñón y pelvis y corazón (RPC) fueron estimados visualmente. El pH de la carne fue medido en el músculo *pectoralis profundus* usando un potenciómetro portátil equipado con un electrodo de penetración (pH-meter HI 8314; Hanna Instruments Co.).

Los resultados fueron analizados por ANOVA para un diseño de bloques completos al azar (Hicks, 1973) utilizando la versión 8 del paquete computacional StatistixTM (Analytical Software; Tallahassee, FL).

Cuadro 1. Composición en base seca de la dieta utilizada en el experimento.

Ingredientes	Proporción de la MS, %
Maíz molido	68.61
Rastrojo de maíz	12.20
Pasta de soya	6.01
Melaza de caña	4.17
Sebo	4.41
Harina de carne y hueso de cerdo	2.00
Ganamin Total ¹	2.78
Total	100 %
	Análisis calculado en base seca ²
Proteína cruda, %	13.17
Energía neta para mantenimiento, Mcal/kg	2.048
Energía neta para ganancia, Mcal/kg	1.385

¹ Ganamin total® (Técnica Mineral pecuaria, S.A. de C.V.; Guadalajara, Jalisco).

² Calculado a partir de valores publicados (NRC, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La influencia de la adición de cromo en la respuesta productiva se presenta en el cuadro 2. Los animales que recibieron cromo adicional tuvieron un peso final 1.8% mayor (P = 0.09) respecto a los que no lo recibieron. La adición de metionina de cromo a la dieta incrementó (P = 0.07) quince por ciento el peso ganado y mejoró (P = 0.09) en 14.6% la ganancia diaria de peso. Pollard *et al.* (1999), no observaron diferencia en respuesta productiva entre novillos que recibieron 0.2 ppm de Cr a partir de levadura alta en cromo durante 208 días en engorda con relación a novillos que no la recibieron, sin embargo, apreciaron una

menor ganancia de peso en animales alimentados con 0.4 ppm de cromo. El consumo de materia seca no fue afectado (P = 0.84) por los tratamientos. La conversión alimenticia fue mejorada (P = 0.09) doce por ciento por la adición de cromo. La metionina de cromo incrementó (P = 0.09) en ocho por ciento la energía neta de mantenimiento retenida de la dieta y en once por ciento la energía neta para ganancia. En bovinos al inicio de la engorda, la adición de cromo ha mejorado en nueve por ciento y trece por ciento la ENm y la ENG, respectivamente (Barajas *et al.*, 2005).

El efecto del cromo en las características de la canal se muestra en el cuadro 3. El cromo

no afectó ($P = 0.20$) el peso de la canal caliente. En un experimento utilizando 105 novillos, Pollard *et al.* (1999) encontraron que los animales que recibieron 0.2 ppm de cromo tuvieron canales más pesadas, en tanto que los que recibieron 0.4 ppm de Cr tuvieron las canales más ligeras. La adición de metionina

de cromo a la dieta tendió ($P = 0.11$) a mejorar en 1.2% el rendimiento en canal. Luseba (2001), no observó efecto de la adición de 0.3 ppm de cromo a la dieta a partir de levaduras altas en cromo en el peso de la canal caliente ni en el rendimiento en canal.

Cuadro 2. Influencia de la adición de metionina de cromo a la dieta en la respuesta productiva de toretes en finalización.

Variables	Cromo Adicional		EEM	Valor de P
	0.0 ppm	0.2 ppm		
Toretas, n	30	30		
Corraletas, repeticiones, n	6	6		
Días en prueba	34	34		
Peso inicial, kg	454.53	457.37	2.19	0.36
Peso final, kg	493.67	502.87	3.59	0.09
Peso ganado del periodo, kg	39.342	45.317	2.42	0.07
Ganancia diaria, kg/día	1.151	1.320	0.07	0.09
Consumo de MS, kg/día	8.176	8.219	0.19	0.84
Consumo/ganancia, kg/kg	7.106	6.226	0.38	0.09
EN de la dieta, Mcal/kg				
ENm	2.049	2.223	0.06	0.09
ENg	1.387	1.539	0.05	0.09
EN observada/esperada				
ENm	1.00	1.08	0.03	0.09
ENg	1.00	1.11	0.04	0.09

Cuadro 3. Influencia de la adición de metionina de cromo a la dieta en las características de la canal de toretes en finalización.

Variables	Cromo Adicional		EEM ¹	Valor de P
	0.0 ppm	0.2 ppm		
Toretas, n	8	8		
Días en prueba	34	34		
Peso final, kg	508.49	517.95	9.44	0.49
Peso canal caliente, kg	311.49	323.40	6.34	0.20
Rendimiento en canal, %	61.25	62.45	0.50	0.11
Espesor de grasa dorsal, cm	0.69	0.64	0.09	0.70
Área del ojo de costilla, cm ²	71.32	73.71	1.33	0.22
Marmoleo ³	525	500	25.88	0.51
Grasa RPC, % ⁴	1.94	2.13	0.12	0.29
Canales calidad selecta, %	87.50	75.00	14.56	0.55
pH del músculo	5.65	5.60	0.04	0.37

¹ Error estándar de la media

³ Código: Ligero⁰⁰ = 400, Pequeño⁰⁰ = 500, Modesto⁰⁰ = 600, etc.

⁴ Grasa alrededor de riñón, pelvis y corazón.

El espesor de la grasa dorsal fue similar ($P = 0.70$) en ambos tratamientos. Este resultado

es similar a lo observado por Luseba (2001) adicionando levadura alta en cromo a la dieta.

La adición de 0.3 ppm de cromo no modificó ($P = 0.22$) el área del ojo de costilla. Pollard *et al.* (1999), no encontraron cambio en el área del ojo de costilla cuando adicionaron 0.2 ppm de Cr, pero observaron un incremento cuando se proporcionó 0.4 ppm de Cr. El grado de marmoleo no fue alterado ($P = 0.51$) por el cromo. Pollard *et al.* (1999) observaron una disminución en el marmoleo con 0.4 ppm de Cr y no encontraron influencia con la adición 0.2 ppm de Cr. La grasa acumulada alrededor de riñón, pelvis y corazón fue similar ($P = 0.29$). La proporción de canales con calidad selecta fue igual ($P = 0.55$) en los dos tratamientos. La adición de cromo no modificó ($P = 0.37$) el pH de la carne. Luseba (2001) tampoco encontró influencia del cromo el pH de novillos que recibieron levadura alta en cromo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Ganadera Los Migueles, S.A. de C.V., al PROFAPI-2006 UAS y al CECyT-Sinaloa por el apoyo para la realización del trabajo

CONCLUSIÓN

Los resultados del presente experimento sugieren que la adición de metiona de cromo a la dieta, en dosis bajas cercanas a 0.2 ppm de cromo ofrecidas durante los últimos días en engorda, puede contribuir a mejorar la respuesta productiva de los toretes en finalización.

LITERATURA CITADA

Barajas, R.; B.J. Cervantes.; R. de J. Virgilio.; L. Almeida.; J.M. Romo and J.C. Calderon (2005), Influence of chromium methionine supplementation on growth performance of medium stressed bull-calves during the receiving period in the feedlot, Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science, vol.56:430-432.
Barajas, R. and L. Almeida (1999), Effect of vitamin E and chromium-methionine supplementation on growth performance response

of calves recently arrived to feedlot, J. Anim. Sci., vol. 77 (Suppl. 1): 269 (abstract).
Bonomi, A.; B.M. Bonomi and A. A. Mazzotti (2000), Organic chromium in light lamb feeding, Revista di Scienza dell'alimentazione, 29:53-56.
Domínguez, V.I.A.; M.S. Gonzalez; C.M. Chávez; M.C. García; S.A. Reyes; P.J. Reséndiz y A.A. García (2001), Influencia de cromo y selenio orgánicos en la eficiencia productiva y características de las canales de ovino en engorda intensiva, Memorias II Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, Mérida, Yucatán, México, pp. 22-25.
Hicks, C. R. (1973), Fundamental concepts in the design of experiments, Holt, Rinehart and Wiston, New York.
Kegley, E. B.; J.W. Spears and T. T. Brown Jr. (1997), Effect of shipping and chromium supplementation on performance, immune response, and disease resistance of steers, J. Anim. Sci. 75:1956-1964.
Kitchalong, L.; J.M. Fernandez; L.D. Bunting; L.L. Southern and T.D. Bidner (1995), Influence of chromium tripicolinate on glucose metabolism and nutrient partition-ning in growing lambs, J. Anim. Sci. 73:1319-1323.
Luseba, D. (2001), The effect of selenium and chromium on stress level, growth performance, selected carcass characteristics and mineral status of feedlot cattle, Ph.D. Dissertation, University of Pretoria, Onderstepoort, Republic of South Africa.
NRC. (1996), Nutrient requirements of beef cattle (7thEd.) National Academy Press, Washington, D.C.
Pollard, G.V.; C.R. Ricardson and T.P. Karnezos (1999), Effect of varying dietary chromium supplementation on growth and carcass characteristics of feedlot steers, J. Anim. Sci., vol. 77(Suppl. 1): 2 (abstract).
Vincent, J.B. (2004), Recent advances in the nutritional biochemistry of trivalent chromium, Proceedings of The Nutrition Society. 63:41-47.
Zinn, R.A. (1987), Influence of lasalocid and monensin plus tylosin on comparative

feeding value of steam-flaked corn versus
dry-rolled corn in diets for feedlot cattle, J.
Anim. Sci. 65:256-266.

INFLUENCIA DE RACTOPAMINA Y MÉTODO DE PROCESAMIENTO DEL MAÍZ EN LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE BOVINOS

Rubén Barajas-Cruz^{1*}, Billy Josue Cervantes-Pacheco^{1,2}, Roberto de Jesús Virgilio-Arvayo³, Javier Alonso Romo-Rubio¹ y Juan Manuel Romo-Valdez¹.

¹ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Sinaloa

² Ganadera Los Migueles, S.A. de C.V.

³ Tecnología de Máxima Producción, S.A. de C.V.

* Correo electrónico: rubar@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

La autorización para el uso del agonista β -adrenérgico clorhidrato de ractopamina en la alimentación de bovinos productores de carne, en el 2004, ha generado el interés tanto de académicos como de productores por conocer sus potencialidades (Johnson, 2004). La mayor parte de la información de este producto, proviene de pruebas conducidas con novillos de razas especializadas para la engorda y vaquillas (Schroeder *et al.*, 2005a, b; Vogel *et al.*, 2005), sin embargo, en el estado de Sinaloa, en donde se concentra la mayor cantidad de bovinos en engorda intensiva del país, la genética del ganado cuenta con un importante componente de razas cebuinas (*Bos indicus*). En adición, la mayor parte de las pruebas con ractopamina, se han llevado a cabo, alimentando con dietas conteniendo niveles similares de energía a los animales que reciben o no el β -adrenérgico. El hojueleado del maíz previamente tratado con vapor aumenta la cantidad de energía disponible para los bovinos, con respecto al maíz molido en seco (Zinn, 1987; Barajas y Zinn, 1998), por lo que la substitución del maíz con diferente procesamiento permite variar el contenido energético de la dieta, sin modificar sustancialmente su composición.

Este trabajo se llevó a cabo para determinar la influencia del clorhidrato de ractopamina adicionada a dietas integradas por maíz molido en seco u hojueleado al vapor en las características de la canal de toretes encastados de cebú en finalización.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo de mayo a junio de 2006 en la "Unidad Experimental para Bovinos de Engorda en Trópico Seco", ubicado en las instalaciones de Ganadera Los Migueles, S.A. de C.V., en Culiacán, Sinaloa, localizada a 24° 50' latitud Norte y 107° 26' longitud Oeste, a una altura de 57.34 msnm, temperatura media anual de 24.8 °C.

Se utilizaron 84 toretes cruzados de cebú con razas europeas (382.77 ± 4.34 kg), provenientes de un mismo lote con 120 días previos en engorda. Los animales en grupos de siete fueron alojados en corraletas (6 x 12 m) con piso de tierra, provistos de 2.4 m de comedero lineal y 0.6 m de bebedero. Los animales fueron pesados individualmente y tomando como criterio de bloqueo el peso inicial de acuerdo a un diseño en bloques completos al azar con arreglo factorial 2x2 (Hicks, 1973) fueron asignados a recibir durante 33 días las dietas de finalización, que constituyeron los tratamientos: 1) Dieta conteniendo 68.61% de maíz molido en seco (MMS); 2) Dieta similar al testigo, pero sustituyendo la totalidad del maíz molido por maíz hojueleado al vapor (MHV); 3) Dieta similar al testigo, a la que 33 días antes de la fecha estimada de sacrificio se le adicionó 30 mg de ractopamina-HCL (Optaflexx 100^{MR}, Elanco)/kg de alimento (MMSRAC) y 4) Dieta conteniendo maíz hojuelado al vapor adicionada con 30 mg de ractopamina/kg de alimento (MHVRAC). La composición de las dietas se presenta en el cuadro 1.

Los toretes fueron pesados los días 1 y 34 del experimento. El alimento fue ofrecido una vez al día (1600) a libre acceso (105 % del consumo promedio de la semana anterior). Los animales se sacrificaron en el rastro municipal de Culiacán. La oreja izquierda fue cortada, se retiró la piel y la condición del implante fue evaluada. Se obtuvo el peso de la canal caliente y después de 24 horas en cuarto frío (4 °C) en lado izquierdo de la canal se realizó un corte transversal en el músculo *longissimus dorsi* entre la 12^{va} y 13^{va} costilla. Después de quince minutos de exposición al frío, se midió el EGD

(cm); el AOC fue medido por lectura directa con regleta graduada; el grado de marmoleo y el porcentaje de grasa alrededor de riñón y pelvis y corazón (RPC) fueron estimados visualmente. El pH de la carne fue medido en el músculo *pectoralis profundus* usando un potenciómetro portátil equipado con un electrodo de penetración (pH-meter HI 8314; Hanna Instruments Co.).

Los resultados fueron analizados por ANOVA para un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 2x2 (Hicks, 1973) utilizando la versión 8 del paquete computacional Statistix™ (Analytical Software; Tallahassee, FL).

Cuadro 1. Composición en base seca de las dietas utilizadas en el experimento.

Ingredientes	Maíz molido	Maíz hojueleado
Maíz molido	68.61	-
Maíz hojueleado	-	68.61
Rastrojo de maíz	12.20	12.20
Pasta de soya	6.01	6.01
Melaza de caña	4.17	4.17
Sebo	4.41	4.41
Harina de carne y hueso de cerdo	2.00	2.00
Ganamin Total ¹	2.78	2.78
Total	100 %	100 %
	Análisis calculado en base seca ²	
Proteína cruda, %	13.17	13.17
Energía neta para mantenimiento, Mcal/kg	2.048	2.153
Energía neta para ganancia, Mcal/kg	1.385	1.467

¹ Ganamin total® (Técnica Mineral pecuaria, S.A. de C.V.; Guadalajara, Jalisco).

² Calculado a partir de valores publicados (NRC, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de los tratamientos en las características de la canal se presenta en el cuadro 2. El peso de la canal caliente fue aumentado (P = 0.02) 3.5% por ractopamina (263.52 vs. 272.86 kg), el efecto de ractopamina en el incremento del peso de la canal ha sido observado consistentemente en experimentos conducidos con novillos de razas especializadas (Schroeder *et al.*, 2005^a; Laudert *et al.*, 2005; Vogel *et al.*, 2005).

Ractopamina mejoró (P < 0.01) en 1.23% el rendimiento en canal (62.47 vs. 63.70%), coincidiendo con los resultados publicados por Laudert *et al.* (2005). Ractopamina no modificó (P = 32) el espesor de la grasa dorsal, estos resultados son similares a los observados por Schroeder *et al.* (2005a) y por Laudert *et al.* (2005); sin embargo, Vogel *et al.* (2005) observaron una disminución en el espesor de grasa dorsal. La grasa alrededor de riñón, pelvis y corazón (RPC) fue disminuida (P = 0.05) por ractopamina (2.43 vs. 2.27%), contrario a los

resultados obtenidos por Schroeder *et al.* (2005a) y Laudert *et al.* (2005) con dosis de 200 mg de ractopamina/cabeza/día; este efecto puede deberse a que en dosis cercanas a los 300 mg/cabeza/día como el utilizado en el presente experimento, la ractopamina puede comportarse como un β_2 -agonista (Johnson, 2004).

El área del ojo de la costilla no fue modificado ($P = 0.33$) por la adición de ractopamina, contrario a lo observado regularmente con novillos de razas especializadas para la engorda (Schroeder *et al.*, 2005a; Laudert *et al.*, 2005). El grado de marmoleo y el pH de la carne no fueron alterados por ractopamina ($P > 0.71$).

El procesamiento del maíz no afectó ($P > 0.56$) el peso de la canal caliente, rendimiento

en canal, la grasa RPC, espesor de grasa dorsal, área de ojo de cosilla, grado de marmoleo ni calidad de la canal. Estos resultados son consistentes con lo observado por otros autores (Zinn, 1987; Barajas y Zinn, 1998).

El maíz hojueado disminuyó ($P < 0.01$) en 4% (5.83 vs. 5.61) el pH de la carne, no existe trabajo previo que permita comparar este resultado, sin embargo éste se puede atribuir a un posible aumento en la cantidad de glucógeno almacenado en músculo, como consecuencia del incremento del valor energético del MHV, debido al incremento en la digestibilidad del almidón (Zinn, 1987).

Cuadro 2. Efecto de la adición de ractopamina y método de procesamiento del maíz en las características de la canal de toretes encastados de cebú.

Variable	Tratamientos				EEM	Efectos principales, valor de P		
	Sin Ractopamina		Con Ractopamina ¹			MPM ³	RAC ³	M x R ³
	MMS ²	MHV ²	MMS ²	MHV ²				
Animales	21	21	21	21				
Corraletas	3	3	3	3				
Días en prueba	33	33	33	33				
Canal caliente, kg	262.86	264.17	272.45	273.26	4.11	0.69	0.02	0.88
Rendimiento, %	62.49	62.45	63.65	63.75	0.43	0.92	< 0.01	0.83
Espesor de grasa dorsal, cm	0.62	0.69	0.72	0.71	0.08	0.57	0.32	0.53
Área del ojo de costilla, cm ²	68.53	66.63	67.88	71.52	2.98	0.66	0.33	0.20
Marmoleo ⁴	429	421	421	429	17.2	1.00	1.00	0.56
Grasa RPC, % ⁵	2.39	2.46	2.29	2.25	0.10	0.82	0.05	0.49
Canales calidad selecta, %	44.59	41.94	33.68	48.19	7.90	0.60	0.83	0.45
pH del músculo	5.83	5.62	5.82	5.59	0.08	< 0.01	0.72	0.84

¹ 300 mg de RactopaminaHCl/cabeza/día.

² MMS = Maíz molido en seco, MHV = Maíz hojueado al vapor.

³ MPM = Método del procesamiento del maíz, RAC = Ractopamina, M x R = Método de procesamiento por ractopamina.

⁴ Código: ligero = 400, pequeño 500, etc.

⁵ Grasa alrededor de riñón, pelvis y corazón.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Ganadera Los Migueles, S.A. de C.V., al PROFAPI-2006 UAS y al CECyT-Sinaloa por el apoyo para la realización del trabajo

CONCLUSIÓN

Los resultados del presente experimento indican, que la ractopamina-HCl es una herramienta tecnológica que permite incrementar el peso y rendimiento de la canal, sin modificar el resto de sus características y que

el procesamiento de hojueado con vapor del maíz disminuye el pH de la carne.

rolled corn in diets for feedlot cattle, *J. Anim. Sci.*, 65:256.

LITERATURA CITADA

Barajas, R. and R.A. Zinn (1998), The feeding value of dry-rolled and steam flake corn in finishing diets for feedlot cattle: influence of protein supplementation, *J. Anim. Sci.*, 76:1744-1752.

Hicks, C. R. (1973), *Fundamental concepts in the design of experiments*, Holt, Rinehart and Wiston, New York.

Johnson, B.J. (2004), β -Adrenergic agonists: efficacy and potential mode of action in cattle, *Proc. Plains Nutr, Council Spring Conf*, april 15-16, San Antonio, TX. 51-61.

Laudert, S., C.; Vogel; A. Schroeder; W. Platter and M. Van Koeving (2005), Effects of ractopamina fed finishing steers. II – summary of six studies – carcass traits, *J. Anim. Sci.*, vol. 83 (Suppl. 1):112 (abstract).

NRC. (1966), *Nutrient requirement of beef cattle (7th Edition)*, National Academy Press, Washington, D.C.

Schroeder, A;D. Hancock; D. Mowery; S. Laudert; G. Vogel and D. Polser (2005a), Dose titration of Optaflexx (ractopamine HCl) evaluating the effects on standard carcass characteristics in feedlot steers, *J. Anim. Sci.*, vol. 83 (Suppl. 1):111 (abstract).

Schroeder, A;D. Hancock; D. Mowery; S. Laudert; G. Vogel and D. Polser (2005b), Dose titration of Optaflexx (ractopamine HCl) evaluating the effects on standard carcass characteristics in feedlot heifers, *J. Anim. Sci.*, vol. 83 (Suppl. 1):113-114 (abstract).

Voguel, G.; A. Schroeder; W. Platter; M. Van Koeving; A. Aguilar; S. Laudert; J. Beckett, Droulliard; G. Duff and J. Elam. Effect of ractopamina on carcass characteristics of calf-fed Holstein steers. *J. Anim. Sci.*, vol. 83 (Suppl. 1):113 (abstract).

Zinn, R.A. (1987), Influence of lasalocid and monensin plus tylosin on comparative feeding value of steam-flaked versus dry-

INFLUENCIA DEL MÉTODO DE PROCESAMIENTO DEL MAÍZ BLANCO EN LA DEGRADACIÓN RUMINAL DE MATERIA SECA EN BOVINOS

Rubén Barajas-Cruz^{1*}, Geovanny Rivera-López¹, Juan José Lomelí-Gómez¹ y Leopoldo Raúl Flores-Aguirre¹.

¹ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Sinaloa

* Correo electrónico: rubar@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

El maíz blanco es el tipo de grano que más se utiliza para integrar las dietas para bovinos en engorda intensiva en el noroeste de México. Es conocido que el procesamiento de hojueado con vapor del maíz amarillo incrementa la digestibilidad en rumen y en tracto completo de la materia seca y materia orgánica (Lee *et al.*, 1982; Ramirez *et al.*, 1985), así como del almidón (Zinn, 1987; Barajas y Zinn, 1998). Utilizando maíz blanco Barajas *et al.* (2006), encontraron un aumento en la digestibilidad en tracto completo de materia seca de la dieta de bovinos al substituir maíz molido por maíz hojueado al vapor, sin embargo, no existe información de la influencia del procesamiento con vapor del maíz blanco en las características de la degradación ruminal de su materia seca. Este trabajo se llevó a cabo, con el objetivo de determinar la influencia del procesamiento con vapor del maíz blanco en la degradación ruminal de la materia seca utilizando la técnica de bolsa de nylon.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en la Unidad Experimental para Bovinos y en el Laboratorio de Investigación en Nutrición y Producción Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Autónoma de Sinaloa en Culiacán, Sinaloa. Ubicada a 24° 46' 13" Latitud Norte, 107° 21' 14" Longitud Oeste, a 79.9 m snmm temperatura media anual 24.8 °C y 645 mm de precipitación pluvial.

Se utilizaron tres vaquillas Simmental x Brahman (390 kg) dotadas de cánula ruminal permanente (DI = 10 cm), las cuales fueron adaptadas durante quince días a una dieta

integrada en base seca por rastrojo de maíz 18.09%, maíz molido 59.81%, pasta de soya 8.04%, harina de carne de cerdo 4.02%, melaza de caña 5.03%, 2.21% de sebo y 2.79% de premezcla mineral. Misma dieta que consumieron durante todo el experimento. El alimento se ofreció a libre acceso (105% del consumo del día anterior) una vez al día (0800).

Muestras de maíz blanco molido en seco (MMS), maíz blanco hojueado con vapor (MHV) y pasta de soya utilizada como ingrediente de referencia, fueron molidas a un tamaño de partícula de 2 mm (Vanzant *et al.*, 1998), y con cada una de ellos se llenaron 36 bolsas de nylon de 10 x 18 cm, previamente identificadas, colocando aproximadamente 5 g de muestra en base seca en cada una de ellas (proporción de 13.88 mg/cm²). Las bolsas por pares fueron introducidas en orden descendente en el rumen de las vaquillas canuladas para completar 24, 18, 12, 9, 6 y 3 horas de incubación en rumen, una vez completado el tiempo fueron retiradas de manera conjunta del rumen y se lavaron con agua corriente hasta que ésta fue clara según lo descrito por Nocek (1988). La solubilidad de la materia seca fue determinada introduciendo las bolsitas en una solución 0.15 N de NaCl a 37 °C durante quince minutos. Las bolsas se secaron en estufa durante 72 h a 50 °C (AOAC, 1995), constituyendo un par de bolsas con el mismo ingrediente una observación. Con los valores obtenidos se calculó la degradación de la materia seca con la fórmula:

MS Degradada (%) = $\left(\frac{MS \text{ de la muestra en g} - MS \text{ del residuo en g}}{MS \text{ de la muestra en g}} \right) \times 100$.

Con los resultados de degradación de materia seca de MMS, MHV y pasta de soya (y) y tiempo de incubación (x), se calcularon los

indicadores de la cinética de degradación ruminal de la MS y la MS efectivamente degradada en rumen utilizando las fórmulas propuestas por Orskov y McDonald (1979) $P = a + b(1 - e^{-ct})$ y $P = a + (b c) / (c + k)$, en donde a = fracción soluble; b = fracción degradada cuando se tiene suficiente tiempo en rumen; c = constante de degradación de la fracción “b”; t = tiempo de incubación; y k = el ritmo de flujo a través del rumen de las partículas pequeñas.

Los valores obtenidos de la degradación ruminal de materia seca del maíz molido en seco y de maíz hojueado al vapor fueron analizados como un diseño de bloques completos al azar (Hicks, 1973) constituyendo cada bovino un bloque, de acuerdo al modelo: $Y_{ij} = \mu + B_i + T_j + E_{ij}$; donde Y_{ij} es la variable de respuesta, μ el promedio general, B_i el efecto de bloque, T_j el efecto de tratamiento y E_{ij} el error experimental, fijando un nivel de $\alpha = 0.05$ para aceptar diferencia estadística. El análisis se llevó a cabo utilizando la versión 8 del paquete estadístico Statistix^{MR} (Analytical Software; Tallahassee, FL).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La densidad del maíz hojueado fue de 0.381 kg/L con un grosor de hojuela de 1.87 ± 0.55 mm, corresponden con el grosor de 1.83 mm obtenida en maíz amarillo hojueado a una densidad de 0.360 kg/L (Zinn, 1990), en ese mismo experimento no se encontró diferencia en digestión ni respuesta productiva en novillos variando la densidad desde 0.42 hasta 0.30 kg/L. De acuerdo con lo anterior, el maíz blanco hojueado a una densidad de 0.38 kg/L es representativo del grano sometido a este tipo de procesamiento.

Los indicadores de la degradación ruminal de pasta de soya, que se utilizó como ingrediente de referencia para las condiciones ruminales se presentan en el cuadro 1. La materia seca efectivamente degrada en rumen de la pasta de soya fue 79.16% y la tasa de degradación de la fracción insoluble-degradable fue 0.08. En general los resultados de la degradación de la materia seca de la pasta de soya son bastante cercanos a los observados por Kirpatrick y Kennedy (1987) en vacas Holstein, por lo que se considera que las condiciones ruminales durante el experimento pueden considerarse normales.

Cuadro 1. Cinética de la degradación ruminal de la materia seca de pasta de soya en rumen de bovino.

Variable	Pasta de soya	EEM
Fracción soluble (a), %	33.06	0.32
Fracción degradable (b), %	57.22	0.47
Tasa de degradación (c) de la fracción “b”	0.08	0.005
MS efectivamente degradada en rumen, %	79.16	0.51
Coefficiente de determinación (R ²)	0.96	0.01
Tasa de pasaje partículas pequeñas en rumen (k)	0.02	

La influencia del método de procesamiento del maíz blanco en los indicadores de la cinética de degradación ruminal se presentan en el cuadro 2. La materia seca del maíz hojueado fue más soluble ($P < 0.01$) que la del maíz

molido. Herrera-Saldaña *et al.* (1990) determinaron en 18% la fracción rápidamente degradable de maíz amarillo molido a un tamaño de partícula de 1mm valor próximo al

quince por ciento observado en esta prueba con maíz blanco molido a un tamaño de 2 mm.

La fracción potencialmente degradable del maíz molido en seco fue mayor ($P = 0.01$) que la del hojueado, este valor no indica una mejor utilización en rumen del maíz molido, sino que es consecuencia de que al ser menos soluble quedó una mayor cantidad de material que podría ser degradado si existiera tiempo suficiente para ello, sin embargo, como la tasa de degradación fue similar ($P = 0.31$) en ambos tratamientos, implica que lo extenso de la degradación de la MS del maíz en rumen a final de cuantas está sujeto a la porción que fue solubilizada inicialmente, lo que se refleja en el incremento ($P = 0.03$) del veinte por ciento en la materia seca del maíz hojueado efectivamente degradada en rumen con relación a la del maíz

molido. A partir de mediciones del flujo al duodeno, otros autores (Cole *et al.*, 1976; Lee *et al.*, 1982) han estimado en 27% el incremento en la degradación ruminal de la MS como consecuencia del proceso de hojueado con vapor de maíz amarillo en relación a maíz quebrado en seco. El aumento en la degradabilidad del maíz es debida a la expansión del gránulo de almidón y a la separación de las cadenas de amilasa y amilopectina originadas por la destrucción de la estructura del gránulo (French, 1973) obtenida con el procesamiento con vapor y presión del maíz. El incremento en la solubilidad del maíz hojueado es atribuible a la destrucción de la estructura del gránulo de almidón, lo que permite la dispersión del almidón al facilitar el contacto del mismo con el líquido circundante.

Cuadro 2. Influencia del método de procesamiento del maíz blanco en la cinética de la degradación ruminal de la materia seca.

Variable	Tratamientos		EEM	Valor de P
	Maíz molido en seco	Maíz hojueado con vapor		
Fracción soluble, %	15.06	26.40	0.25	< 0.01
Fracción degradable, %	52.22	43.19	0.70	0.01
Tasa de degradación	0.075	0.068	0.003	0.31
MS efectivamente degradada en rumen, %	55.96	59.41	0.25	0.03
Coefficiente de determinación (R^2)	0.96	0.97	0.01	0.85
Tasa de pasaje partículas finas (k)	0.02	0.02		

El 59.41% de degradación efectiva del maíz hojueado se alcanzaría en cerca de 16 horas, en tanto que el 55.96% del maíz molido requeriría un poco más de 18 horas. Wylie *et al.* (1990) utilizando marcadores de flujo, encontraron que las partículas de maíz molido no digeridas tardaron en promedio 17.5 horas en abandonar el rumen de bovinos; en tanto que Ramirez *et al.* (1985) calcularon en 16.5 h el requerido por maíz hojueado. Por lo que el valor de fracción potencialmente degradable derivado de restar la porción soluble a la degradación total observada a las 24 horas de incubación, es de más utilidad para el proceso

metodológico de los cálculos que para derivar interpretaciones biológicas directamente de él. Los valores de degradación ruminal de la materia seca en los diferentes tiempos de incubación se muestran en el cuadro 3. La degradación de la materia seca del maíz hojueado a las 12 h fue once por ciento superior ($P = 0.03$) a la de MMS. Ramirez *et al.* (1985) observaron a las 12 h de incubación un aumento del nueve por ciento en la degradación de MS del maíz por efecto del hojueado. A las 24 h no se encontró influencia del procesamiento ($P = 0.10$) y el valor promedio fue de 68.4%, valor similar al promedio de 68.7%

encontrado a las 24 h por Ramírez *et al.* (1985), la interpretación de los valores obtenidos después de 24 horas de incubación en rumen fue discutida anteriormente.

Los resultados del presente experimento permiten concluir, que el procesamiento de

hojueado con vapor promueve la degradación de la materia seca del maíz blanco en el rumen de bovinos alimentados con dietas de finalización.

Cuadro 3. Influencia del método de procesamiento del maíz blanco en la degradación ruminal de la materia seca en rumen de bovino.

Tiempo de incubación en rumen	Tratamientos		EEM	Valor de P
	Maíz molido en seco ¹	Maíz hojueado con vapor ¹		
3 horas	24.18	34.84	1.73	0.03
6 horas	32.05	38.79	2.19	0.09
12 horas	45.58	50.60	1.15	0.03
18 horas	54.20	64.96	1.41	0.02
24 horas	67.28	69.54	0.78	0.10

¹Valores promedio de tres repeticiones.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Ganadera Los Migueles, S.A. de C.V., al PROFAPI-2006 UAS y al CECyT-Sinaloa por el apoyo para la realización del trabajo

CONCLUSIÓN

Los resultados del presente experimento sugieren que la materia seca del maíz hojueado con vapor es más extensamente degrada en rumen y que se debe a un aumento en la solubilidad inicial.

LITERATURA CITADA

AOAC (1995), Official Methods of Analysis 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Washington, D.C.
 Barajas, R. and R.A. Zinn (1998), The feeding value of dry-rolled and steam flake corn in finishing diets for feedlot cattle: influence of protein supplementation, *J. Anim. Sci.*, 76:1744-1752.

Barajas, R.; B.J. Cervantes; I.G. Gonzalez; J.M. Romo and J.J. Lomelí (2006), Effect of white corn processing method on some digestion indicators of Brahman cross finishing bulls, *Proceedings, Western Section of the American Society of Animal Science*, vol. 57:389-391.
 Cole, N. A.; R. R. Johnson and F. N. Owens (1976), Influence of roughage level and corn processing method on the site and extent of digestion by beef steers, *J. Anim. Sci.*, 43:490-496.
 French, D. (1973), Chemical and physical properties of starch, *J. of Anim. Sci.*, 37:1048-1061.
 Herrera-Saldaña, R.E.; J.T. Huber and M.H. Poore (1990), Dry matter, crude protein and starch degradability of five cereal grains, *J. Dairy Sci.*, 73:2386-2393.
 Hicks, C.R. (1973), *Fundamental concepts in the design of experiments*, Holt, Rinehart and Wiston, New York, NY.
 Kirpatrick, B. K. and J. J.Kennelly (1987), In situ degradability of protein and dry matter from single protein sources and from a total diet, *J. Anim. Sci.*, 65: 567.

- Lee , R. W.; M. L. Galyean and G. P. Lofgreen (1982), Effects of mixing whole shelled and steam flaked corn in finishing diets on feedlot performance and site and extent of digestion in beef steers, *J. Anim. Sci.*, 55:475-483.
- Nocek, J.E. (1988), In situ and other methods to estimate ruminal protein end energy digestibility: A review, *J. Dairy Sci.*, 71: 2051.
- Orskov, E.R and I. McDonald (1979), Estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements, weighted according to rate of passage, *J. Agric. Sci., (Camb.)* 92:499-503.
- Ramírez, R. G.; H. E. Kiesling; M. L. Galyean; G. P. Lofgreen and J.K. Elliott (1985), Influence of steam-flaked, steamed-whole or whole shelled corn on performance and digestion in beef steers, *J. Anim. Sci.*, 61:1-9.
- Vanzant, E. S.; R. C. Cochran and E. C. Titgemeyer (1998), Standardization of in situ techniques for ruminant feedstuff evaluation, *J. Anim. Sci.*, 76: 2717.
- Wylie, M.J.; T.W. White; W.C. Ellis and J.H. Matis (1990), The flow of undigested corn residues through the gastrointestinal tract of cattle, *J. Anim. Sci.*, 68:3843-3852.
- Zinn, R.A. (1987), Influence of lasalocid and monensin plus tylosin on comparative feeding value of steam-flaked corn versus dry-rolled corn in diets for feedlot cattle, *J. Anim. Sci.*, 65:256-266

DIAGNÓSTICO DE RESISTENCIA DE LA GARRAPATA *Boophilus microplus* A ACARICIDAS EN CULIACÁN, SINALOA

Jaime Eleazar Borbolla-Ibarra*, Soila Maribel Gaxiola-Camacho, Nohemí Castro del Campo, María Teresa Quintero Martínez², Sergio Rodríguez-Camarillo³, Javier Ordóñez Manríquez, Luís Raúl Peña- Santiago, Claudia Leonor Barraza-Tizoc, Isabel Quintero – Osuna, Joel Montoya Gaxiola, José Ascensión Pérez Corrales, Jesús Daniel Solís Carrasco. Área de Parasitología y Clínica de Pequeñas Especies, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Sinaloa.² FMVZ-UNAM, ³ CENID-PAVET-INIFAP. Culiacán, Sinaloa. Tel/Fax: (667) 7-18-16-50. *borbolla@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

Las garrapatas son ectoparásitos que transmiten enfermedades y causan graves daños a los animales por lo que afectan los hatos ganaderos en su productividad y economía mientras que algunas especies también transmiten enfermedades al hombre. La garrapata *Boophilus microplus* es un ectoparásito de un hospedero, transmisor de la babesiosis y anaplasmosis a los animales domésticos y silvestres. Existen cinco especies reconocidas en el mundo. La mitad del ganado del planeta es afectado por una o varias enfermedades transmitidas por las garrapatas que son la mayor limitante en la producción animal, principalmente en las zonas tropicales y subtropicales. Una infestación moderada con garrapatas no controladas causa un 25% de pérdidas en la ganancia de peso (Alves y col. 2004). La alta incidencia de garrapata en el ganado representa un problema en la producción de bovinos, ya que el uso inadecuado de garrapaticidas dio origen a la resistencia que presenta el ácaro hacia ixodicidas y dado que en Culiacán, Sinaloa se presentan casos donde los tratamientos garrapaticidas al ganado bovino son insuficientes, con las sustancias que regularmente se han usado (organofosforados y piretroides) nos da margen a pensar que probablemente tenemos el fenómeno de resistencia en las garrapatas del ganado que se explota en las once sindicaturas del municipio de Culiacán, Sinaloa. La infestación por garrapatas es la mayor limitante sanitaria de la producción de bovinos en las zonas tropicales y subtropicales del mundo (Fragoso y col., 1995). En México, en las zonas tropicales y el

sureste, se crían alrededor de 21 millones de cabezas de ganado bovino, que representan el setenta por ciento del inventario nacional (Solís, 1995). Las condiciones medioambientales tropicales así como la presencia de hospederos, favorecen la presencia de hasta setenta por ciento de infestación moderada (Quiroz, 1996). En Sinaloa, López y col., (2004), afirman que la proporción de hatos infestados por *B. microplus* es de hasta 82%; con dos periodos estacionales de mayor prevalencia en los meses de mayo y agosto para el municipio de Culiacán, Sinaloa (Gaxiola y col., 2002). La infestación por *B. microplus* favorece la presencia de babesiosis y anaplasmosis en bovinos; enfermedades que al desarrollar su patogenia ocasionan disminución de la ganancia de peso, producción de leche, retraso de crecimiento, baja capacidad reproductiva, presencia de abortos y muertes (Holmes y col., 2003). Se ha estimado que una infestación moderada con garrapatas no controlada causa hasta 25 % de pérdidas en la ganancia de peso (Alves y col., 2004), además de perder hasta un quince por ciento del valor comercial del animal una vez sacrificado considerando piel, vísceras y calidad de la canal (Quiroz, 1996). La pérdida económica debida a la presencia de la garrapata *Boophilus microplus* es de alrededor de 3,000 millones de pesos al año en México (Goff y col., 2003), y 50 millones de dólares en Estados Unidos (Guerrero y Prett, 2002). El método de control más utilizado en las infestaciones de *B. microplus*, es el químico, con el 92 % de uso, en relación al empleo de otros métodos como el inmunológico, biológico y el físico (Rulston, 1967), aunque se observa que el uso de productos químicos

puede resultar menos efectivo en el control de la garrapata. Sangster (2001), menciona que en las poblaciones de garrapatas en países como Australia, Brasil, Colombia, Estados Unidos y México, existe el fenómeno de resistencia hacia los ixodíctidos. Fragoso y Soberanes (2001), han establecido que las poblaciones de garrapatas de 24 estados de la República Mexicana, sin incluir a Sinaloa, presentan hasta 77 % de resistencia a los organofosforados y piretroides; mientras que Mercado y col. (2003), determinaron que el fenómeno de resistencia se encuentra presente en las poblaciones de garrapatas en el 87 % de los hatos de bovinos en Tuxpan Veracruz (Mejía y col. 2003b). En las garrapatas que infestan a las poblaciones de animales domésticos en Sinaloa, no se han realizado técnicas para constatar si el fenómeno de la resistencia se encuentra presente. El objetivo del presente trabajo es determinar si existe resistencia a coumafós y deltametrina en la garrapata *B. microplus* que infesta al ganado bovino del municipio de Culiacán, Sinaloa.

MATERIAL Y MÉTODOS

El muestreo se llevó a cabo en garrapatas de los géneros *Boophilus microplus* y *Rhipicephalus sanguineus* ya que son las que consideramos causantes del problema en la ganadería, una vez determinado el tamaño de la muestra, se procedió a la identificación taxonómica de las garrapatas para después ser sometidas a la técnica de Paquete de larvas y poder determinar si existe o no resistencia a coumafós y a deltametrina. Se realizó en los bovinos de las 11 sindicaturas del Municipio de Culiacán, Sinaloa. Para estimar el número de ranchos de bovinos a muestrear, se utilizó un muestreo aleatorio estratificado (Steel y Torrie, 1988). Se determinó que el número mínimo de ranchos a muestrear es de 166, y con base en el porcentaje que representa el número de ranchos por sindicatura del total (565) se calculó el número de ranchos con base en 166 ranchos. (Cuadro 1).

Los ranchos a muestrear por sindicatura se seleccionaron mediante números aleatorios, estableciendo rutas y se visitaron alrededor de diez ranchos por día. En cada rancho se aplicó una encuesta, además se colectaron de los bovinos mínimo trece garrapatas repletas. Primeramente se confirmó mediante diagnóstico morfológico (Castellanos, 1999), que las garrapatas fueran *B. microplus* y posteriormente se les aplicó la técnica del paquete de larvas. Se utilizaron larvas de dos tipos: tratados y controles. Los tratados serán los que han sido previamente impregnados con la dosis discriminante (coumafós 0.2 % y deltametrina 0.09 %), el cual habrá sido fijado con aceite de oliva y diluido en tricloroetileno. Posteriormente se realizaron los cálculos de los porcentajes de mortalidad, para la cual se utilizó la fórmula propuesta por Kemp y col. (1998). Los porcentajes de mortalidad se utilizaron en la metodología Probit; para determinar las variables resistencia a coumafós y resistencia a deltametrina. Para realizar el análisis estadístico de los resultados de la mortalidad se seguirá la metodología Probit (Silva y Casals, 2002). La información de la encuesta se codificará en tablas de frecuencia para aplicar la prueba de χ^2 . El nivel de α considerado para aceptar diferencia estadística es de 0.05

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó el cien por ciento del muestreo para *Boophilus microplus* y el diagnóstico de resistencia, dió como resultado un 29% de las garrapatas estudiadas resistentes a coumafós y 23% a deltametrina, con una extensión promedio de 25 a cuarenta por ciento. En el caso de *Rhipicephalus sanguineus* el catorce por ciento de las garrapatas estudiadas presenta resistencia a los acaricidas en una extensión de treinta a cuarenta por ciento. Sangster (2001), menciona que en las poblaciones de garrapatas en países como Australia, Brasil, Colombia, Estados Unidos y México, existe el fenómeno de resistencia hacia los ixodíctidos. Fragoso y Soberanes

(2001), han establecido que las poblaciones de garrapatas de 24 estados de la República Mexicana, sin incluir a Sinaloa, presentan hasta 77% de resistencia a los organofosforados y piretroides; mientras que Mercado y col. (2003), determinaron que el fenómeno de resistencia se encuentra presente en las poblaciones de garrapatas en el 87% de los hatos de bovinos en Tuxpan Veracruz (Mejía y col. 2003b).

CONCLUSIÓN

Se concluye que sí existe resistencia a los acaricidas empleados en Culiacán, Sinaloa, en el combate de las garrapatas tanto en el ganado bovino como en las garrapatas de los perros.

AGRADECIMIENTOS

El apoyo financiero para la realización del presente trabajo fue por parte del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación de la Universidad Autónoma de Sinaloa (PROFAPI 2006) y a la participación del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Parasitología Veterinaria CENID-PAVET del INIFAP en Jiutepec, Morelos y del Departamento de Parasitología de la FMVZ de la UNAM. Se agradece también la participación en el muestreo y procesamiento a los alumnos de la Asignatura de Parasitología, y de los Módulos de Producción de Ovinos y Caprinos, y de Metodología de la Investigación Científica de la FMVZ de la UAS.

LITERATURA CITADA

Alves, L. R.; P. L. Oliveira; J. A. Ribiero; G. Barbosa; B. G. Guimares; F. J. Medrano. (2004), Crystallization and preliminary X-ray diffraction analysis of HeLp, a heme lipoprotein from the hemolymph of the cattle tick *Boophilus microplus*, Acta Crystallographica Section D. 60:1639-1640.

Castellanos, H. J. L. (1999), Estrategias para el manejo de poblaciones de garrapata

Boophilus microplus resistente hacia los ixodicidas y el uso de alternativas no convencionales para su control. en: Memorias de XXIII Congreso Nacional de Buiatría, Aguascalientes, México, pp. 94.

Cossio – Bayúgar R., E. Castro – Sarnes, E. Miranda. (2003), Actividad de la enzima Glutation Peroxidasa en las cepas de la garrapata *Boophilus microplus* resistentes a acaricidas, de: XXXIX Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, UNAM del 27 al 31 de octubre, 2003, pp. 20.

Diario Oficial de la Federación, NOM-019-ZOO-1994, Campaña Nacional contra la Garrapata *Boophilus spp* mod. 15 de abril de 1996, pp. 16.

FAO. (1999), El Control de las garrapatas y de las enfermedades que transmiten (Manual práctico de campo), vol. 1 5–12.

Fragoso, S. H.; C. N. Soberanes. (2001), Control de la resistencia de los ixodicidas a la luz de los conocimientos actuales, en: Memoria del XXV Congreso Nacional de Buiatría. Asociación Mexicana de Médicos Especialistas en Bovinos, A. C., del 16 al 18 de agosto de 2001, Veracruz, Veracruz, México, pp. 30.

Fragoso, S. H.; M. Ortiz E.; N. Soberanes C.; V. M. Santamaría; A. Ortiz (1995), Epidemiología de la resistencia a ixodicidas en garrapatas *Boophilus microplus* en la República Mexicana, III Seminario Internacional de Parasitología Animal, Resistencia y control en garrapatas y moscas de importancia veterinaria, 11 al 13 de octubre de 1995, Acapulco, Guerrero, México, pp. 45-57.

Gaxiola, C. S. M.; M. J. Rodríguez; J. E. Borbolla I.; M. M. Quintero, N. Castro del C. (2002), Natural infestation and treatment of bovine with *Boophilus microplus* in Culiacán, Sinaloa, Mexico, Proceedings of the 10th International Congress of Parasitology-ICOPA X: Symposia, Workshops and Contributed Papers, Vancouver, Canadá, August 4-9, 2002, Monduzzi Editore-International Proceedings Division, pp. 654.

- Goff, W. L.; W. C. Johnson; R. H. Horn; G. M. Barrington; D. P. Knowles. (2003), The innate immune response in calves to *Boophilus microplus* tick transmitted *Babesia bovis* involves type-1 cytokine induction and NK-like cells in the spleen, *Parasite Immunology*, 25:188-185.
- Guerrero, F. D. y J. H. Pret (2002), New test for pesticide resistance in cattle fever ticks, *Agricultural research, Insect Molecular Biology*, 12:65-74.
- Holmes, S. P.; R. Barhoumi; R. J. Nachman; P. V. Pietrantonio (2003), Functional analysis of a G protein-coupled receptor from the Southern cattle tick *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) identifies it as the first arthropod myokinin receptor, *Insect Molecular Biology*, 12:27-38.
- INEGI. (1991), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, VII Censo Agropecuario. Sinaloa, México, pp. 30.
- López, E. B.; E. Campos; V. Quiñónez. (2004), Historia moderna de la ganadería en Sinaloa, Editorial Trillas, Unión Ganadera Regional de Sinaloa, pp. 62.
- Mahoney, D. F. and G.B. Mirre (1974), *Babesia argentina*: The infection of splenectomized calves with extracts of larval ticks (*Boophilus microplus*), *Res. Vet. Sci.* 16:112-114.
- Mejía E. F.; V. Z. García; C. R. Rosario (2003b), Programa de control de garrapatas *Boophilus microplus* resistentes a piretroides en el municipio de Pichacialco, Chiapas, de: Memoria del XXXIX Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, UNAM del 27 al 31 de octubre, 2003, pp.46.
- Mercado H. D.; O. R. Hernández; C. R. Rosario; S. E. Castro (2003), Identificación de una mutación de punto en el gene de Glutathion – s – transferasa en garrapata *Boophilus microplus*, de: Memoria del XXXIX Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, UNAM del 27 al 31 de octubre, 2003 pp. 21.
- Quiroz, R.H. (1996), Importancia sanitaria y económica de las garrapatas, en: Manual de Actualización Técnica para la Aprobación de Médicos Veterinarios en el área de control de garrapata, Fed. MVZ. México, pp. 27-32.
- Quiroz, R. y J. Domínguez (1978), Susceptibilidad de bovinos Brahman y Charbray a garrapatas *Boophilus* y *Ambliomma* en clima subtropical. Una década de investigación en el departamento de parasitología (1972-1982), México D.F. 108 – 110, en: Memorias del XXV Congreso Nacional de Buiatría, del 16 al 18 de agosto, Veracruz, Veracruz, México.
- Roulston, W.J.; Wharton, R.H. (1967), Acaricide test on the Biarra strains of organophosphorus resistant cattle tick *Boophilus microplus* from Southern Queensland, *Australian Veterinary Journal*, 43: 129-134.
- Sánchez, S. (2002), Control de la garrapata *Boophilus spp.* en México, en: Memorias del II Seminario Internacional de Parasitología Animal, Oaxtepec, Morelos México, 19–30.
- Steel, R. G. D. y J. H. Torrie (1988), Bioestadística, principios y procedimientos, 2ª Edit. McGraw, Hill, D. F. México.
- Sutherst, R. W.; L. J. Wilson; I. M. Cook (2000), Predation of the cattle tick, *Boophilus microplus* (Canestrini) (Acarina: Ixodidae), in three Australian pastures, *Australian Journal of Entomology*, 39:70-77.

DETECCIÓN DE FITOPLASMAS EN *Bactericera cockerelli* ASOCIADOS A CULTIVOS HORTÍCOLAS EN SINALOA

Ana Isabel Ramírez-Padilla^{1*}, Marco Antonio García-Quezada¹, Oralia Guadalupe Cárdenas-Valenzuela¹, José Ángel López Valenzuela¹, Cuauhtémoc Reyes Moreno¹ y José Antonio Garzón Tiznado². ¹Facultad de Ciencias Químico-Biológicas. Universidad Autónoma de Sinaloa. ²Laboratorio de Biotecnología. Centro de Investigaciones Regionales del Noroeste. Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Valle de Culiacán.

*ocardena@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

Bactericera cockerelli es un insecto de la familia Triocidae (Hemiptera), conocido también como psílido, y descubierto en 1909 en el estado de Colorado (USA). En México se le conoce desde 1947 y se le llama “pulgón saltador” por su parecido con los áfidos, habiéndose encontrado inicialmente en los estados de Durango, Tamaulipas y Michoacán; posteriormente se localizó en 14 estados más. El pulgón saltador tiene un aparato bucal tipo estilete, formado por dos conductos. En la planta, las ninfas o los adultos introducen el estilete hasta el floema; por uno de los conductos el insecto succiona la savia y por el otro inyecta su saliva. El daño que causa es por un lado de tipo toxinífero o directo y por otro lado indirecto como transmisor de un fitoplasma (Garzón, 2002). Puede colonizar especies de diversas familias de plantas, pero prefiere especies de la familia Solanaceae como tomatillo, chile, berenjena, papa y tomate (Al-Jabr, 1999), siendo estos dos últimos cultivos tan afectados por él, que también se le conoce como psílido de la papa y psílido del tomate.

Internacionalmente se considera a *Bactericera cockerelli* solamente como un insecto toxinífero. Sin embargo, en 1984, Garzón reportó la existencia en Guanajuato de una enfermedad que causó un sesenta por ciento de daños en la producción de tomate a la que llamó “permanente del tomate”: con síntomas de aborto de flor, hojas quebradizas y enrolladas hacia arriba. La causa de esta enfermedad se comprobó por observación del fitoplasma al microscopio electrónico, amplificación (PCR) del gen ribosomal 16S de

fitoplasmas en ADN de plantas de tomate infectadas (Garzón-Tiznado y col, en proceso), de individuos de *B. cockerelli* portando el patógeno (Garzón-Tiznado y col, en proceso) y detección del fitoplasma por tinción del floema (Delgadillo-Sánchez y col, 1999).

El permanente del tomate (PT) es la enfermedad causada por un fitoplasma que más daños provoca al tomate, y estudios recientes sobre *B. cockerelli* como vector de fitoplasmas en tomate han indicado que este insecto puede adquirir los fitoplasmas a partir de los 15 min de estarse alimentando de una planta infectada y que la mayor eficiencia se obtiene a partir de las 2 h (Garzón-Tiznado y col, 2005).

En papa, la principal enfermedad es la punta morada (PM), originalmente descrita en Estados Unidos y transmitida por chicharritas. En México, a una enfermedad similar en papa y con el mismo nombre, por medio de estudios moleculares del ADN recientes se concluyó que es causada por un fitoplasma del grupo del aster yellows (Leyva-López y col, 2002) y que a diferencia de los reportes de Estados Unidos, en México parece ser transmitida por *B. cockerelli* y no por chicharritas (Garzón, 2002).

En cuanto a la diseminación del agente causal de la punta morada y el permanente del tomate en México, es posible señalar tres vías: la semilla vegetativa de papa; el transporte de plántulas de tomate de un estado a otro y el movimiento natural y a grandes distancias del vector. Actualmente ambas enfermedades se encuentran presentes en 18 estados de la República Mexicana.

Hasta el año 2002, Sinaloa estaba considerado libre de este problema, sin

embargo el psílido ya ha sido detectado en muchas poblaciones. Y tanto este insecto como el fitoplasma que transmite al tomate, se detectaron en el norte del estado de Nayarit, colindando con el estado de Sinaloa.

La presencia de psílicos, y una enfermedad similar al permanente del tomate en Nayarit, así como la confirmación de la presencia de estos insectos en Sinaloa, representan una amenaza para la producción de tomate y posiblemente para la papa, el chile y el tomatillo, cuyos daños pueden llegar a ser similares a los del estado de Guanajuato y otros estados como BCN, San Luis Potosí, que padecen de las enfermedades ya mencionadas y cuyos rendimientos se han visto disminuidos en un 45% (Garzón, 2002), con la variante de que en Sinaloa, las cantidades de exportación podrían verse seriamente afectados e incrementados los costos de producción.

El objetivo de este trabajo es detectar la presencia de fitoplasmas de *B. cockerelli*, en papa, tomate, chile y tomatillo en Sinaloa.

MATERIALES

Se utilizaron psílicos de *Bactericera cockerelli*, plantas de papa (*Solanum tuberosum* L), tomate (*Lycopersicon sculrntum* L), chile (*Capsicum annum* L) y tomatillo (*Physalis ixocarpa* L) con síntomas de fitoplasmas: PM en papa (Cadena, 1999), PT en tomate (Garzón, 1984) y amarillamiento, achaparramiento, sobrebrotación de yemas axilares o aborto de flor en tomatillo y chile. Se colectaron cincuenta muestras en los municipios de Ahome, Culiacán, Elota, Guasave, Mazatlán y Navolato, mismas que se mantuvieron refrigeradas a 4°C hasta su utilización.

MÉTODOS

A) Hibridación molecular adn-adn tipo dot blot

La hibridación molecular se llevó a cabo siguiendo las indicaciones descritas por el proveedor (GENE IMAGES CDP-STAR DETEC-

TION MODULE, AMERSHAM PHARMACIA BIOTECH, Buckingham, Inglaterra). Se emplearon como sondas fragmentos de ADN amplificados por PCR a partir de plantas de papa y tomate con síntomas de PM y PT respectivamente. El ADN extraído de las plantas enfermas fue colocado en forma de gotas sobre un filtro de nilón y se fijó por 5 min con luz UV. La membrana se hibridó con SSC 5X, SDS 0.1%, sulfato de dextrán 5%, líquido de bloqueo y la sonda marcada con fluoresceína. Se lavó con soluciones SSC 0.5X, SDS 0.1% y SSC 0.1X, SDS 0.1%. La radiografía conteniendo las señales de hibridación se obtuvo después de un tiempo de exposición de la membrana de nilón conteniendo el ADN. Esta radiografía se expuso por 1 min a una solución de revelado (Dektol Developer, Kodak), enseguida se pasó a una solución fijadora por 1 min (Rapid Fixer, Kodak), posteriormente se introdujo en una solución de lavado (Photo-Flo Kodak) durante 2 min y finalmente se lavó con agua y se dejó secar a temperatura ambiente para su observación y análisis.

EXTRACCIÓN DE ADN

A) De tejido vegetal

La extracción de ADN de las plantas se hizo acorde al método descrito por Dellaporta y col, (1983). Se maceró 0.5 g de tejido vegetal con 1 mL de solución Dellaporta (Tris 100 mM pH 8.0, EDTA 50 mM, NaCl 500 mM, β -mercaptoetanol 10 mM), se agregaron 120 μ L de CTAB al 20% y se incubó en baño María a sesenta grados centígrados durante veinte min. Posteriormente se añadieron 300 μ L de acetato de potasio 5M, y se colocó 20 min en hielo, transcurrido este tiempo la muestra se centrifugó a 12 000 rpm por 10 min, el sobrenadante transfirió a un tubo nuevo agregándose un volumen de cloroformo y se centrifugó en las mismas condiciones, posteriormente la fase acuosa obtenida se agregó a un tubo nuevo, se mezcló con un volumen de alcohol isopropílico frío, y se

incubó a -20°C durante 30 min. Los ácidos nucleicos fueron recuperados por centrifugación a 12 000 rpm por 10 min. El ADN se resuspendió en 100-300 μL de agua destilada estéril y se almacenó a 4°C para su posterior análisis molecular.

B) De insectos

Los insectos (20) fueron pulverizados con nitrógeno líquido en tubos eppendorf con una puntilla de 1 mL estéril. Se añadieron 400 μL de buffer CTAB (2% p/v CTAB, 1% polivinilpirrolidona 40 000, 1.4M NaCl, 0.2% v/v 2-mercaptoetanol, 20 mM EDTA, 100 mM Tris-HCl pH 8.0) precalentado a 65°C y se terminó de pulverizar los insectos. La suspensión obtenida se incubó durante 20 min a 65°C mezclando ocasionalmente, transcurrido este tiempo se añadió un volumen de cloroformo-alcohol isoamílico (24:1), se mezcló cuidadosamente y se centrifugó a 14 000 rpm por 8 min. Del sobrenadante obtenido se precipitó el ADN con 0.7 volúmenes de isopropanol frío y se centrifugó a 14 000 rpm por 30 min, el precipitado obtenido se lavó con 1 mL de etanol al setenta por ciento frío, se centrifugó a 10 000 rpm por 5 min y finalmente los ácidos nucleicos se resuspendieron en 10 μL de agua bidestilada estéril.

PCR ANIDADA

El ADN se amplificó por PCR anidada empleando oligonucleótidos iniciadores específicos para fitoplasmas asociados a papa (Gundersen y Lee, 1996; Almeyda y col., 2001), que amplifican ADN correspondiente al gen 16S rRNA y el espacio intergénico 16S-23S. En la primera reacción se emplearon los oligonucleótidos P1/P7 y P1/Tint y en la segunda el par R16mF2/R16R2 (Lee y col., 2002). La mezcla de reacción se conformó con un amortiguador (Tris-HCl 10 mM, pH 8.3, KCl 50 mM, MgCl_2 1.0 mM), desoxinucleótidos trifosfato (dNTP's), cada uno en concentración de 0.1 mM, oligonucleótidos iniciadores 5 μM , 0.6 U de enzima *Taq* ADN polimerasa y 25 ng

de ADN, todo en un volumen final de 15 μL para la primera reacción y 25 μL para la segunda. Las reacciones se llevaron a cabo en un termociclador Flexi Gene (TECHNE) programado con un ciclo inicial de 1 min a 94°C , seguido de 35 ciclos de 1 min, 94°C ; 2 min, 55°C (primera amplificación) ó 2 min, 51°C (segunda amplificación), y 3 min a 72°C , con una extensión final de 10 min a 72°C . Los fragmentos amplificados fueron separados por electroforesis en geles de agarosa al 1% en TBE 0.5X, teñidos con bromuro de etidio y visualizados por exposición a luz ultravioleta (300 nm).

CLONACIÓN

Fragmentos de ADN (1.4 Kb) amplificados con los oligos P1/P7, P1/PTint y el par R16mF2, R16R2 a partir de plantas sintomáticas fueron clonados en cepas de *E. coli* usando el Kit de clonación TOPO-TA (Invitrogen Life Technologies) siguiendo las indicaciones del proveedor. Los fragmentos clonados fueron seleccionados para su posterior secuenciación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de ADN extraído de plantas de papa y tomate con síntomas asociados a permanente del tomate y punta morada, se amplificó un fragmento de aproximadamente 1.4 Kb utilizando PCR anidada con los oligos P1/P7-R16mF2/R16R2 y P1/Tint-R16mF2/R16R2. Estos fragmentos fueron empleados como sondas en hibridaciones moleculares ADN-ADN tipo dot blot (Fig 1 y 2) con el ADN de muestras de plantas de tomate y papa con síntomas asociados a fitoplasmas. Posteriormente se hicieron amplificaciones por PCR anidado en el ADN de muestras de tomate, papa, chile, tomatillo y *B. cockerelli* de las que se amplificó el fragmento predicho (1.4 Kb) en cinco muestras de tomate, tres de papa y dos de insectos (Fig. 3). No obstante que hibridaron 25 muestras, solo ocho de ellas amplificaron, lo que se puede atribuir a las diferencias de homología entre las sondas

empleadas y las muestras analizadas, las muestras que hibridaron y no amplificaron es posible que carezcan de los sitios de unión de los iniciadores empleados y por lo tanto se trate de algo diferente. En el caso de las muestras que hibridaron y amplificaron se puede decir que existe una gran homología tanto en los sitios de unión de los iniciadores como en la región interna.

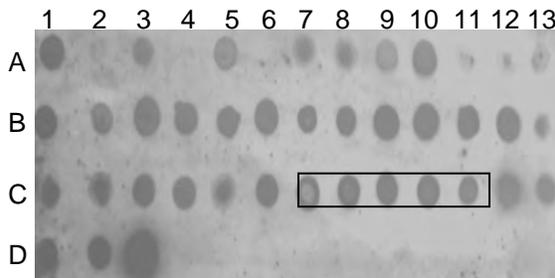


Fig 1. Hibridación ADN-ADN tipo dot blot de muestras de papa con síntomas de punta morada. Las marcas C 7-11 son muestras de ADN extraído de plantas colectadas en el municipio de Elota y que fueron reconocidas por una sonda marcada con fluoresceína obtenida a partir de un PCR de una planta de papa infectada por un fitoplasma. D3 control positivo y D4 control negativo.

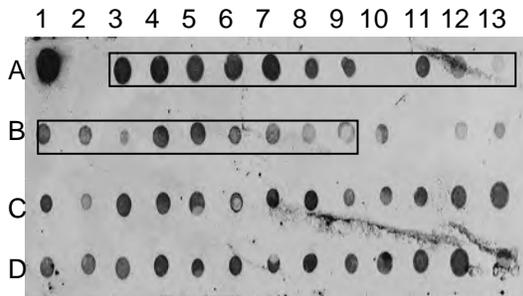


Fig 2. Hibridación ADN-ADN tipo dot blot de muestras de tomate con síntomas de permanente del tomate.

Las marcas A 3-13 y B 1-9 son muestras de ADN extraído de plantas colectadas en los municipios de Ahome, Culiacán, Elota, Mazatlán y Navolato y que fueron reconocidas por una sonda marcada con fluoresceína obtenida a partir de un PCR de una planta de tomate infectada por un fitoplasma. A1 control positivo y A2 control negativo.

A

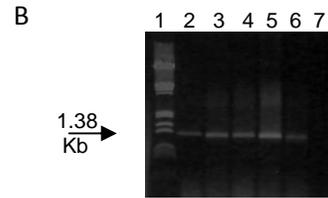
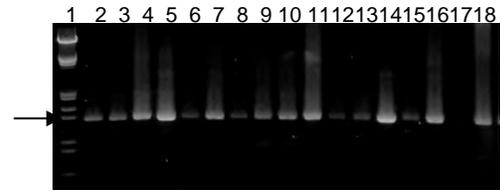


Fig 3. PCR anidada de muestras de papa y tomate con síntomas de fitoplasmas y *B. cockerelli*, amplificadas con oligos P1/P7-R16MF2/R16R2 y P1/Tint-R16MF2/R16R2.

A. Carril 1 marcador de peso molecular lambda EcoRI/HindIII, carriles 2-7 muestras de papa con síntomas de PM, carriles 8-16 muestras de tomate con síntomas de PT, carril 17 control negativo y carril 18 control positivo.

B. Carril 1 marcador de peso molecular lambda EcoRI/Hindi, carriles 2-5 muestras de *B. cockerelli*, carril 6 control positivo, carril 7 control negativo.

De las muestras que amplificaron sólo se clonaron una de tomate, una de papa y una de insectos. En la fig 4 se presenta una digestión de las clonas de papa con la enzima EcoRI para liberar el fragmento clonado. Se puede observar que en las clonas digeridas se liberó el fragmento esperado (1.4 Kb). De estos fragmentos clonados hasta el momento se tienen secuencias parciales.

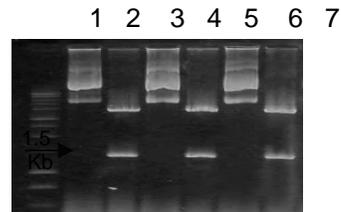


Fig 4. Digestión de clonas con enzima de restricción EcoRI.

Carril 1 marcador de peso molecular 1 Kb, carriles 2, 4 y 6 clonas de papa, tomate y *B. cockerelli* respectivamente sin digerir, carriles 3, 5 y 7 clonas de papa, tomate y *B. cockerelli* respectivamente digeridas con EcoRI.

CONCLUSIONES

Por medio de hibridaciones ADN-ADN tipo dot blot se comprobó la presencia de fitoplasmas en muestras de cultivos de papa y tomate distribuidos en los municipios de Ahome, Culiacán, Elota, Mazatlán y Navolato, mientras que en *Bactericera cockerelli* colectada en Ahome y Elota se detectó la presencia del microorganismo por PCR anidada.

En este estudio se pudo observar que el municipio de Elota es el que mostró mayor población de plantas con síntomas asociados a fitoplasmas siendo la mayoría de ellas de tomate.

AGRADECIMIENTOS

La realización del presente trabajo se llevó a cabo con la ayuda económica del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación (PROFAPI-2006) y el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología.

LITERATURA CITADA

Al-Jabr, A.M. (1999), Integrated pest management of tomato /potato psyllid, *Paratrioza cockerelli* (Sulc) (Homoptera: Psyllidae) with emphasis on its importance in greenhouse grown tomatoes, doctor Thesis, Department of Bioagricultural Sciences and Pest Management, Colorado State University.

Almeida-León, I.H., y Rocha-Peña, M.A. (2001), The use of polymerase chain reaction and molecular hybridization for detection of phytoplasmas in different plant species in Mexico, *Revista mexicana de fitopatología*, 19:1:1-9.

Cadena-Hinojosa, M.A. (1999), Potato purple top in Mexico: III. Effects of plant spacing and insecticide application, *Revista mexicana de fitopatología*, 17:2:91-96.

Delgadillo, S.F.; Cárdenas, S.E.; Valdovinos, G.; García, R.Q.; Nieto, D.A. y Garzón, T.J.A. (1999), Alteraciones histológicas causadas por fitoplasmas asociados al “permanente”

del jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Guanajuato, Memorias del XXVI Congreso Latinoamericano de Fitopatología. Guadalajara, Jal., p. 320.

Dellaporta, S.J.; Word, J., y Hicks, J.B. (1983), A plant DNA minipreparation, versión II, *Plant Molecular Biology Report*, 1:19-21.

Garzón, T.J.A. (1984), Enfermedad del “permanente” del jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Celaya, Gto. XI Congreso Nacional de Fitopatología, San Luis Potosí, SLP; Resúmenes, Sociedad Mexicana de Fitopatología, AC., p. 138.

Garzón Tiznado, J.A. (2002), El “pulgón saltador” o la *Paratrioza*, una amenaza para la horticultura de Sinaloa, Taller sobre *Paratrioza cockerelli* Sulc., como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas, Memoria, 9-12.

Garzón-Tiznado, J.A.; Garzón-Ceballos, J.A.; Velarde-Félix, S.; Marín-Jarillo, A.; Cárdenas-Valenzuela, O.G. (2005), Ensayos de transmisión del fitoplasma asociado al “permanente del tomate” por el psílido *Bactericera cockerelli* SULC en México, *Entomología mexicana*, 4:672-674.

Gunderson, D.E.; Lee, I.M.; SCAF, D.A.; Harrison, N.A.; Chang, C.J.; Davis, R.E., y Kingsbury, D.T. (1996), Genomic diversity and differentiation among phytoplasma strains in 16S rRNA groups I (aster yellows and related phytoplasmas) and III (X-disease and related phytoplasmas), *International Journal of Systematic Bacteriology*, 46:64-75.

Lee, M.E.; Grau, C.R.; Lukaesko, L.A., y Lee I-M. (2002), Identification of aster yellows phytoplasmas in soybean en Wisconsin based on RFLP analysis of PCR-amplified products (16S rDNAs), *Canadian Journal of Plant Pathology*, 24:125-130.

Leyva-López, N.E.; Ochoa-Sánchez, J.C.; Leal-Klevezas, D.S., y Martínez-Soriano, J.P. (2002), Multiple phytoplasmas associated with potato diseases in Mexico, *Canadian Journal of Microbiology*, 48:1062-1068.

MALEZAS PRESENTES EN HORTALIZAS Y RESIDUALIDAD DE HERBICIDAS APLICADOS EN TOMATE Y CHILE, EN CULIACÁN, SINALOA, MÉXICO

José Manuel Castro Carvajal¹, Jacobo Enrique Cruz Ortega¹, Pablo Humberto Caro Macías¹, Roberto Gastélum Luque¹ y Tirzo Paúl Godoy Angulo¹. Profesores-Investigadores de la Facultad de Agronomía-UAS¹. Km. 17.5 Carretera Maxipista Culiacán-Mazatlán chermanicastro@hotmail.com

Palabras claves: Herbicidas, Hortalizas, Residualidad.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En Sinaloa, existe una agricultura muy diversificada y tecnificada por lo que la aplicación de insumos agrícolas y, particularmente los herbicidas para el control de malezas, constituye una parte fundamental para la obtención de una buena producción, y en el caso particular de los herbicidas en hortalizas, los más comúnmente usados son el Metribuzin, Oxadiazon, Trifluralina, Rinsulfuron, Pendimetalin, Glifosato, entre otros.

Recientemente, en los cultivos hortícolas se ha vuelto necesario realizar un control efectivo de las malezas presentes, de lo contrario, ocasionan severos daños en la producción y en el manejo de estos cultivos, además, se ha venido detectando problemas de fitotoxicidad con algunos herbicidas que se encuentran en el mercado y que se usan cotidianamente, por lo que es necesario iniciar estudios que nos ayuden a solucionar por un lado el daño que estas malas hierbas causan y por otro, establecer cuáles de los productos que se están aplicando causan problemas de toxicidad en estos cultivos.

Castro y colaboradores (1996) señalan que en un experimento efectuado en la Facultad de Agronomía, para determinar el efecto residual del herbicida Nicosulfurón, en los cultivos de tomate, berenjena, calabaza, frijol, trigo y pepino, encontraron que el herbicida causó efectos fitotóxicos en tomate, sólo cuando fue aplicado a los treinta días antes de ser trasplantado este cultivo. Los demás cultivos no mostraron efectos en su germinación, altura de planta, biomasa, rendimiento, ni efectos fitotóxicos. Lugo (2000) menciona que el herbicida Flasasulfuron controla eficientemente tanto malezas de hoja ancha

como angosta en el cultivo de tomate, y que además no muestra fitotoxicidad cuando es aplicado de preemergencia en este cultivo.

Debido a la importancia que representan los cultivos hortícolas en el valle de Culiacán, Sinaloa, y ante la necesidad de realizar estudios a fondo de los herbicidas que se aplican en estas hortalizas, en cuanto a efectividad y residualidad con otros cultivos, se decidió realizar el presente trabajo con los objetivos de identificar las malezas más comunes presentes en los cultivos de tomate y chile, que se explotan en el valle de Culiacán, Sinaloa, evaluar la eficacia de los herbicidas recomendados y usados para el control de malezas en estos cultivos y determinar el efecto residual que pudieran tener estos herbicidas en cultivos básicos.

MATERIALES Y METODOLOGÍA

El presente trabajo se desarrolló durante el ciclo 2006-2007, en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, localizado en el kilómetro 17.5 de la Maxipista Culiacán-Mazatlán. El suelo que prevalece es del tipo barrial arcilloso. Se usó un diseño de bloques al azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones para un total de 28 unidades experimentales. Cada unidad experimental constó de tres camas de 7.0 m de largo con una separación de 1.80 m, la parcela útil estuvo constituida por la cama central de cada unidad. Los tratamientos evaluados fueron: Metribuzin (1.5 L/ha), Trifluralina (2.5 L/ha) y Oxadiazon (1.5 L/ha), en preemergencia; Sethoxidim (2.0 L/ha), Rinsulfuron (50 G/ha) y Glifosato (2.5 L/ha), en postemergencia, para tomate. En Chile, los tratamientos fueron:

Oxadiazon (1.5 L/ha), Trifluralina (2.5 L/ha) y Pendamentalin (1.0 L/ha), en preemergencia, y Fluasifop Butil (3.0 L/ha), Sethoxidim (2.5 L/ha) y Gramoxone (2.0 l/ha), en postemergencia. En ambos casos, se dejó un testigo sin aplicación y las variables de respuesta fueron: malezas presentes en tomate y chile y efectividad de los productos. Una vez obtenido los datos de campo sobre el control de malezas en los cultivos hortícolas, se procedió a realizar el análisis de varianza respectivo; para esto, se contabilizaron los muestreos realizados antes y después de cada aplicación, y se procedió a realizar el análisis típico de varianza de bloques al azar (ANOVA), y al detectar diferencia significativa se efectuaron las comparaciones de medias utilizando la prueba de Tukey al 0.05 en el nivel de confianza.

Una vez aplicados los herbicidas, se procedió a evaluar el efecto residual que éstos pudieran observar en frijol, maíz, trigo y garbanzo. Para la consecución de esta variable de respuesta, se colectaron muestras de suelo a los quince y treinta días después de la aplicación, en cada una de las unidades experimentales en donde se aplicaron los distintos herbicidas y se procedió a llenar con muestras vasos de Poliestireno de 1.0 L de capacidad. Para cada cultivo, se llenaron cuatro vasos por tratamiento, se sembraron diez semillas de cada uno de los cultivos y se confinaron en invernadero. Esta misma operación se realizó con el testigo sin aplicación, el cual fue el referente para determinar si los productos aplicados provocaban fitotoxicidad en frijol, maíz, garbanzo y trigo. En este caso, se hicieron observaciones visuales en cada uno de los tratamientos aplicados, los cuales fueron comparados con el testigo, y las variables observadas fueron el porcentaje de germinación y la fitotoxicidad al cultivo sembrado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las malezas más comúnmente encontradas afectando los cultivos de tomate y chile en el

valle de Culiacán, Sinaloa, durante el desarrollo del experimento fueron: *Sorghum halepense*, *Melilotus indicus*, *Chenopodium album*, *Helianthus annuus*, *Partenium hysterophorus*, *Verbena officinalis*, *Eringium nartustifolium*, *Rumex crispus*, *Portulaca oleraceae*, *Euphorbia heterophylla*, *Echinochloa crusgalli*, *Leptochloa filiformis*, *Brassica campestris*, entre otras. Sin embargo, las malezas que demostraron altas poblaciones de infestación fue el zacate Johnson (*Sorghum halepense*) seguido de *Rumex crispus*, por lo que las pruebas de efectividad de los herbicidas se realizaron sobre estas dos malezas.

Para la evaluación de los herbicidas preemergentes en tomate, se tomó en cuenta desde el momento de la aplicación, la cual se realizó cuando no existían ni malezas ni cultivo en pie, por lo que la preevaluación nos indicó que existían las mismas condiciones para todos los tratamientos y se evaluaron a los quince y treinta días después de la aplicación, los herbicidas Metribuzin (1.5 L/ha), Trifluralina (2.5 L/ha) y Oxadiazon (1.5 L/ha). Al realizar el análisis de varianza para el control de zacate Johnson a los quince y treinta días después de la aplicación (DDA), los análisis nos indican que existieron diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al testigo. En el cuadro 1, se puede apreciar que donde se aplicaron los herbicidas preemergentes el control de malezas a los 15 DDA fue satisfactorio, ya que el promedio de malezas encontradas fue de 1.0, 2.5 y 3.0, para Trifluralina, Metribuzin y Oxadiazon, respectivamente. Este mismo comportamiento se observó a los 30 DDA, en donde los promedios de malezas encontradas se dispararon enormemente en el testigo sin aplicación con 64.75, mientras que en los tratamientos fue de 1.0, 6.2 y 7.5 para Trifluralina, Metribuzin y Oxadiazón, respectivamente.

Cuadro 1. Medias de *Sorghum halepense* encontradas en los tratamientos después de la aplicación de herbicidas preemergentes en el cultivo de tomate. Ciclo 2006-2007.

Tratamientos	Medias de malezas vivas encontradas 15 DDA	Medias de malezas vivas encontradas 30 DDA
1. Metribuzin 1.5 L/ha Pre	2.5 B	6.2 B
2. Trifluralina 2.5 L/ha Pre	1.0 B	1.0 B
3. Oxadiazón 1.5 L/ha Pre	3.0 B	7.5 B
4. Testigo sin aplicación	31.2 A	64.7 A

Este mismo comportamiento se observó para el cultivo de chile, en donde el promedio de malezas vivas de zacate Johnson en el testigo sin aplicación fue de 25.7, al efectuar los análisis correspondientes con los tratamientos de preemergencia en chile, con respecto al testigo sin aplicación, los resultados nos indican que a los 15 DDA existieron diferencias estadísticas entre tratamientos, encontrándose una media promedio de 12.2, 5.2 y 4.7 de malezas vivas para Oxadiazon, Trifluralina y Pendimentalin, respectivamente (cuadro 2). En este mismo Cuadro, se puede apreciar que el testigo, fue estadísticamente diferente a los tratamientos, y que los tratamientos con menos malezas de zacate Jonson fueron el Pendimentalin y la Trifluralina. Al realizar la evaluación a los 30 DDA, los resultados nos indican que los tratamientos a base de Trifluralina 2.5 L/ha, Pendimentalin 1.0 L/ha y Oxadiazon 1.5 L/ha, mostraron una media de malezas vivas de zacate Johnson de 10.0, 11.0 y 25.2, respectivamente. Estos tratamientos fueron significativamente diferentes al testigo sin aplicación el cual mostró una media de 51.7.

Cuadro 2. Medias de *Sorghum halepense* encontradas en los tratamientos después de la aplicación de herbicidas preemergentes en el cultivo de chile. Ciclo 2006-2007.

Tratamientos	Medias de malezas vivas encontradas 15 DDA	Medias de malezas vivas encontradas 30 DDA
1. Oxadiazon 1.5 L/ha Pre	12.2 B	25.2 B
2. Trifluralina 2.5 L/ha Pre	5.2 C	10.0 B
3. Pendimentalin 1.0 L/ha Pre	4.7 C	11.0 B

Tratamientos	Medias de malezas vivas encontradas 15 DDA	Medias de malezas vivas encontradas 30 DDA
4. Testigo sin aplicación	25.7 A	51.7 A

En la evaluación de *Sorghum halepense*, con herbicidas postemergentes tanto en tomate como en chile, los resultados indican que existieron diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al testigo a los 30 DDA, en el cuadro 3 se aprecia que la media de malezas vivas obtenida para Sethoxidim (2.0 L/ha), Rinsulfuron (50 g/ha) y Glifosato (2.5 L/ha), fue de 0.0, 0.0 y 0.25, respectivamente, contrastando con el testigo el cual obtuvo una media de 64.7 de esta maleza, lo cual fue significativamente diferente a los tratamientos evaluados. Este mismo comportamiento se observó en chile, en donde la media obtenida en la preevaluación del testigo sin aplicación fue de 51.7 malezas de *Sorghum halepense*, mostrando diferencias altamente significativas con los tratamientos evaluados, los cuales mostraron una media de 0.0, 0.0 y 0.2 para Fluasifop Butil, Sethoxidim y Gramoxone, respectivamente.

Cuadro 3. Medias de *Sorghum halepense* encontradas en los tratamientos después de la aplicación de herbicidas postemergentes en los cultivos de tomate y chile. Ciclo 2006-2007.

Tratamientos	Medias de malezas vivas encontradas en tomate 30 DDA	Medias de malezas vivas encontradas en chile 30 DDA
1. Sethoxidim (2.0 L/ha) Post.	0.0 B	
2. Rinsulfuron (50 G/ha) Post.	0.0 B	
3. Glifosato (2.5 L/ha) Post.	0.2 B	
4. Fluasifop Butil (3.0 L/ha)		0.0 B
5. Sethoxidim (2.5 L/ha)		0.0 B
6. Gramoxone (2.0 L/ha),		0.2 B
7. Testigo sin aplicación.	64.7A	51.7 A

Estos resultados coinciden con lo expuesto por Castro *et al.*, 1983; Leal *et al.*, 1985 y Campeglia, 1988, en donde señalan que en

postemergencia o postplantación, es necesaria una aplicación de herbicidas y que en tomate se podrá usar Metribuzin (350-525 g/ha), en Chile bastará un solo tratamiento (en pretrasplante con Trifluralina o en post con Clomazone). También, coinciden en lo expuesto por Rosestein (2005), en donde señala que los herbicidas más ampliamente usados para el control de malezas en tomate, Chile y cucurbitáceas, son el Pendimetalin, Metribuzin, Trifluralina, Sethoxidim, Clethoxidim, entre otros.

Por otra parte, al evaluar los posibles efectos de residualidad que los herbicidas aplicados en tomate y Chile, a los quince y treinta días después de la aplicación (DDA) en los cultivos de garbanzo, frijol, maíz y trigo, los resultados nos señalan que todos los herbicidas aplicados en preemergencia (Metribuzin, Trifluralina y Oxadiazon) mostraron efectos tóxicos de residualidad sobre estos cultivos, dañando la germinación y el crecimiento vegetativo a los 15 y 30 DDA. Finalmente, con base en los resultados obtenidos en la presente investigación se puede concluir que Metribuzin a dosis de 1.5 L/ha, Trifluralina 2.5 L/ha y Oxadiazon a 1.5 L/ha, aplicados en preemergencia, controlan *Sorghum halepense* en tomate, y que Oxadiazon 1.5 L/ha, Trifluralina 2.5 L/ha y Pendimetalin 1.0 L/ha, controlan satisfactoriamente esta misma maleza en Chile. También podemos concluir que los herbicidas postemergentes, aplicados en ambos cultivos, reducen significativamente *Sorghum halepense*, y que los herbicidas Metribuzin, Trifluralina y Oxadiazon, mostraron efectos tóxicos de residualidad a los 30 DDA en maíz, frijol, garbanzo y trigo.

LITERATURA CITADA

Castro C.J.M.; Cruz O.J.E.; Caro, M.P.H. y José

A. Carrillo F. (1996), Respuesta de diez híbridos de maíz a Nicosulfuron y residualidad con seis cultivos en Sinaloa, Memorias del XVII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza, Ixtapa, Zihuatanejo, Guerrero.

Campeggia, O.G. (1988), Guía para el control de las malezas con herbicidas en la Provincia de Mendoza, Edición INTA, Folleto num. 92, Argentina, 47 pp.

Castro H.R., Calvar, D.J. y C. Argerich (1983), Control químico de malezas en el cultivo de tomate, Malezas, 11: 165-171.

Leal F.R.; Churat-Masca, G.M.C.; Duringan, J.C. y R. Pitelli (1985), Controle químico de plantas danhinas na sementeira direta de cebolla (*Allium cepa* L.), Revista Ceres 32: 63-74.

Lugo, C.C.M. (2000), Control preemergente de malezas de hoja ancha y angosta en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) con el herbicida Florasulfuron en Culiacán, Sinaloa, tesis de Licenciatura en Ciencias Agropecuarias, Área de protección Vegetal, Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, 32 p.

Rosestein, S. E. (2005), Diccionario de Especialidades Agroquímicas, Ed. Thomson 15^{va} Edición, 1804 p.

PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y NUTRICIONALES DE HARINA DE GARBANZO FERMENTADO (TEMPE)

Edith Oliva Cuevas Rodríguez², Saraïd Mora Rochín¹, Nadia M. Verdugo Montoya², Paola I. Angulo Bejarano¹, Jorge Milán Carrillo^{1,2,3}, Rosalva Mora Escobedo⁴, José A. López Valenzuela^{2,3}, José A. Garzón Tiznado⁵, Cuauhtémoc Reyes Moreno^{1,2,3*}

(1) Facultad de Ciencias Químico Biológicas. Universidad Autónoma de Sinaloa (FCQB-UAS), Culiacán, Sinaloa; (2) Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos, FCQB-UAS, (3) Programa Regional del Noroeste para el Doctorado en Biotecnología, FCQB-UAS; (4) Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional; (5) Centro de Investigación Regional del Noroeste, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Valle de Culiacán; (*) Autor para correspondencia: creyes@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

El garbanzo (*Cicer arietinum* L) es una de las leguminosas de amplio consumo más antiguas en el mundo; es un grano básico en algunos países tropicales y subtropicales. Este grano se cultiva extensamente en el noroeste de México; es una buena fuente de proteínas (180 – 290 g / kg de muestra, base seca) y de aminoácidos esenciales como Lys, Leu, Ile, y Trp; no obstante sus proteínas son deficientes en su contenido total de aminoácidos azufrados (Met+Cys) (Reyes-Moreno y col, 2004). Sin embargo, posee factores indeseables como largos tiempos de cocción, inhibidores enzimáticos, lectinas, ácido fítico, taninos y factores que generan flatulencia, los cuales deben reducirse o eliminarse antes de su consumo (Milán-Carrillo y col, 2000). La fermentación en estado sólido (FES) representa una alternativa tecnológica para el procesamiento cereales / leguminosas; mejorando su calidad nutricional y generando atributos sensoriales *sui generis*. La FES se define como “el crecimiento de microorganismos sobre materiales sólidos sin la presencia de líquido libre”. El tempe es un producto de alto valor nutricional, de origen indonés, obtenido a través de la FES de granos descascarillados de soya. Se ha reportado el uso de otros sustratos (frijol común, garbanzo para consumo animal, lupina, trigo, maíz / trigo) (Hachmeister y Fung, 1993; Cuevas-Rodríguez y col. 2004). Dentro de los productos obtenidos mediante FES se encuentra el tempe. En general, la FES es llevada a cabo por *Rhizopus oligosporus*; una función importante del hongo durante la FES es

la síntesis de enzimas, las cuales hidrolizan algunos de los constituyentes del sustrato y contribuyen al incremento del valor nutricional y al desarrollo de la textura, sabor y aroma característicos del producto fermentado. La hidrólisis enzimática contribuye a la disminución y/o eliminación de factores antinutricionales; consecuentemente, el valor nutricional del producto fermentado se incrementa; el potencial de la FES para mejorar el valor nutricional de cereales y/o leguminosas ha sido reportado por varios investigadores (Paredes-López y col. 1991; Mugula y Lyimo, 2000; Reyes-Moreno y col. 2000d; Egounlety y col. 2002). El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la FES sobre las propiedades físicoquímicas y nutricionales del garbanzo para consumo humano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó garbanzo (*Cicer arietinum* L) variedad Blanco Sinaloa 92 proporcionado por el Centro de Investigaciones Regionales del Noroeste (CIRNO) del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Valle de Culiacán, Sinaloa.

Obtención de tempe. El tempe de garbanzo se preparó según el procedimiento descrito por Reyes-Moreno y col. (2004). Lotes de 500 g de grano se remojaron (16 h) en una disolución acuosa de ácido acético (pH = 3.1). La testa del grano se eliminó manualmente. Los cotiledones de garbanzo se sometieron a cocción, en agua destilada (90 °C por 30 min).

Los cotiledones se drenaron, enfriaron a temperatura ambiente y colocaron en bolsas de polietileno (15 x 25 cm) perforadas. Se usó una suspensión de *Rhizopus oligosporus* (1×10^6 esporas/mL) para inocular el grano dentro de la bolsa. La FES se llevó a cabo aplicando una temperatura de 34.9°C por 51.3 h. Una vez que se llevó a cabo la FES, las muestras se secaron (50°C / 12 h) y molturaron (0.180 mm) para obtener harina de tempe de garbanzo (HTG).

Composición proximal

Se utilizaron los métodos oficiales de la AOAC (1990). Humedad (met 925.098), cenizas (met 923.03), lípidos (met 920.39C con modificaciones menores), proteínas (met 960.52). Los carbohidratos se calcularon por diferencia.

Diferencia total de color

Se utilizó un calorímetro Minolta model CR-210 (Minolta LTD, Osaka, Japón).

Índice de tamaño de partícula / Densidad a granel / Actividad acuosa

Estas evaluaciones se realizaron aplicando las metodologías reportadas por Reyes-Moreno y col. (2004).

Calorimetría diferencial de barrido / Almidón total / Almidón resistente

Para estos estudios se aplicaron los procedimientos reportados por Reyes-Moreno y col. (2004), Goñi y col. (1997) y Saura-Calixto y col. (1993), respectivamente.

Índice de absorción de agua / Índice de solubilidad en agua / Dispersabilidad

Se utilizaron los métodos desarrollados por Anderson y col. (1969) y Mora-Escobedo y col. (1994), respectivamente.

Evaluación nutricional

Se evaluaron los siguientes parámetros como indicadores de calidad nutricional: Digestibilidad proteínica *in vitro* (Hsu y col. 1977), Perfil de aminoácidos (Elkin y Griffith, 1985),

Relación de Eficiencia Proteínica Calculada (C-PER) (Satterlee y col. 1979).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición química, características fisicoquímicas y funcionales de harinas de garbanzo crudo y fermentado

El proceso de FES causó incremento ($p \leq 0.05$) en el contenido de proteína cruda (20.9 a 26.1%, bs) y verdadera (19.7 a 25.7%, bs) (Cuadro 1). Estos cambios están relacionados con la síntesis de proteína causada por la proliferación de *Rhizopus oligosporus*, así como a la síntesis de enzimas por el propio m.o y a la reducción de las concentraciones de otros constituyentes (lípidos y minerales, por ejemplo). La harina de garbanzo fermentado presentó un menor contenido de lípidos ($p \leq 0.05$) de lípidos y cenizas que la harina de garbanzo crudo (Cuadro 1). Paredes-López y col. (1991) reportaron que durante las etapas iniciales (remojo, descascarillado, cocción) de la FES de garbanzo para consumo animal, el contenido de proteína total se incrementó significativamente (9.4%); este fenómeno se relacionó con el descascarillado y lixiviación de material sólido durante esos tratamientos. Además, ellos encontraron que la fermentación para 72 h incrementa el contenido de proteína significativamente (21.7%), lo cual podría ser efecto del incremento de la biomasa del microorganismo. Ruíz -Terán y Owens (1996) demostraron que durante la FES de soya ocurre una reducción sustancial en el contenido de lípidos, esto sucede en las etapas iniciales de fermentación; esta reducción se debe a la oxidación de ácidos grasos y a su utilización, como fuente de energía, por el microorganismo. El proceso FES disminuyó ($p \leq 0.05$) los niveles de ácido fítico en garbanzo (de 10.9 a 1.1 mg ácido fítico/g ms) (Cuadro 1). La actividad de la enzima fitasa podría ser parcialmente la responsable en la reducción de niveles de ácido fítico en los productos fermentados (Sharma y Khetarpaul, 1997).

Las harinas de garbanzo, crudo y fermentado, tuvieron valores similares de actividad de agua (0.42 vs 0.46) (Cuadro 1); en este rango la actividad enzimática, crecimiento de microorganismos y reacciones químicas se llevan a cabo muy lentamente significando larga vida de anaquel del producto.

Cuadro 1. Composición química, características fisicoquímicas, funcionales y nutricionales de harinas de garbanzo crudo y fermentado.

Propiedad	Harina de garbanzo	
	Crudo	Fermentado
Composicion quimica (% bs)		
Proteína cruda	20.9 ± 0.15 ^b	26.1 ± 0.13 ^a
Proteína verdadera	19.7 ± 0.25 ^b	25.7 ± 0.33 ^a
Lípidos	6.1 ± 0.04 ^a	2.6 ± 0.03 ^b
Cenizas	3.3 ± 0.02 ^a	2.0 ± 0.01 ^b
Carbohidratos	69.8 ± 1.5 ^a	69.3 ± 1.3 ^a
Acido fítico (mg ácido fítico/g bs)	10.9 ± 0.18 ^a	1.1 ± 0.01 ^b
Fisicoquímicas/ funcionales		
Actividad acuosa	0.42 ± 0.01 ^a	0.46 ± 0.01 ^a
Color		
Valor Hunter “L”	91.6 ± 0.38 ^a	86.3 ± 0.11 ^b
ΔE	16.7 ± 0.65 ^b	20.3 ± 0.72 ^a
T _g (°C)	66.1 ± 0.27 ^b	70.5 ± 0.25 ^a
ΔH _g (J/g)	3.5 ± 0.07 ^a	0.9 ± 0.06 ^b
Almidón total (g/100 g, bs)	49.2 ± 1.1 ^a	48.4 ± 1.0 ^b
Almidón resistente (g/100 g, bs)	1.9 ± 0.11 ^b	7.6 ± 0.21 ^a
pH	6.3 ± 0.7 ^a	5.9 ± 0.4 ^b
IAA (g gel/g sólidos bs)	2.2 ± 0.04 ^b	4.2 ± 0.06 ^a
ISA (g sólido/g sólido original bs)	28.3 ± 0.70 ^a	11.3 ± 0.58 ^b
Dispersabilidad (%)	24.6 ± 0.78 ^b	66.5 ± 0.98 ^a
ITP (%)	63.4 ± 0.64 ^b	74.5 ± 0.22 ^a
Densidad a granel (g/cm ³)	0.41 ± 0.01 ^b	0.45 ± 0.01 ^a
Nutricionales		
Digestibilidad proteínica <i>in vitro</i>	72.20 ± 0.1 ^b	83.20 ± 0.1 ^a
C-PER	1.54 ± 0.07 ^b	2.21 ± 0.08 ^a

¹ ΔE = Diferencia total de color; IAA = Índice de absorción de agua;

ISA= Índice de solubilidad de agua; ITP = Índice de tamaño de partícula

C-PER= Relación de eficiencia proteínica calculada.

² Las medias se separaron por renglones aplicando la prueba rango múltiple de Duncan. Medias con la misma letra no son diferentes (p ≤ 0.05).

La harina de garbanzo fermentado tuvo mayor (p ≤ 0.05) diferencia total de color (ΔE) (20.3 vs 16.7) y menor valor Hunter “L” (86.3 vs 91.6) que la harina de garbanzo crudo. Las etapas de remojo y cocción influyen en un incremento en el valor Hunter “L” de garbanzo; la fermentación genera un valor mayor de ΔE en el sustrato, probablemente es debido al color del micelio y las esporas desarrolladas por *R oligosporus* durante su crecimiento y por la etapa de secado.

El almidón de harina de tempe tuvo mayor (p ≤ 0.05) temperatura de gelatinización (T_g) (70.9 vs 66.1°C) y menor (p ≤ 0.05) entalpia de gelatinización (ΔH_g) (0.9 vs 3.5 J/g) que la harina de garbanzo crudo (Cuadro 1). La harina de tempe presentó menor ΔH_g, lo que indica condiciones de procesamiento severos; un tratamiento térmico drástico produce gelatinización del almidón con un alto grado de desorganización (Bello-Pérez y col. 2002). Una menor ΔH_g del almidón de la harina de tempe indica que se provocó una mayor gelatinización en el almidón como resultado de las condiciones de proceso.

Se observó una disminución (p ≤ 0.05) en el contenido de almidón total (AT), de 49.2 a 48.4 g/100 g bs (Cuadro 1), en la harina de garbanzo como consecuencia de la remoción parcial de constituyentes no almidonosos durante el proceso de FES (Raimbault, 1998). Meares y col. (2004) obtuvieron valores de AT 42.1-45.2 g/100 g bs para dos variedades de garbanzo. La harina de tempe tuvo mayor (p ≤ 0.05) contenido de almidón resistente (AR) que la harina de garbanzo crudo (7.6 vs 1.9 g/100 g bs) (Cuadro 1). Este resultado se relaciona con la etapa de cocción del sustrato en etapas iniciales del proceso de FES. Estos tratamientos promueven la interacción del almidón con otros componentes (proteínas, lípidos o con él mismo) haciéndolos menos accesibles a la hidrólisis enzimática (Saura-Calixto y col. 1993). Kutos y col. (2003) estudiaron el efecto de diferentes procesamientos térmicos sobre el contenido de AR en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L); reportaron valores de AR dos veces mayores en las muestras procesadas con respecto a las no procesadas. Biliaderis (1992) reportó que durante el proceso térmico de alimentos almidonosos, se formaba AR debido a la retrogradación de amilosa. En años recientes, el AR se ha considerado un ingrediente funcional importante en la nutrición humana. Se ha evidenciado la importancia fisiológica del AR, se relaciona con la disminución en índice glicémico y respuesta insulinémica a los alimentos, la cual está asociada con la

liberación de glucosa en sangre después de la ingestión de almidón, esto es clave en la prevención y tratamiento de *diabetes mellitus* (tipo II) y desórdenes en el metabolismo de carbohidratos y lípidos, así como en el efecto hipocolesterolémico y de protección contra cáncer de colon (Asp y col. 1996).

La harina de tempe de garbanzo presentó mayor ($p \leq 0.05$) índice de absorción de agua (IAA) (4.2 vs 2.2 g gel/g ms) y menor ($p \leq 0.05$) índice de solubilidad en agua (ISA) (11.3 vs 28.3 g sólido/g sólidos originales) que la harina de garbanzo crudo (Cuadro 1). Los valores de ISA e IAA son un excelente indicador de las transformaciones que ocurren en los biopolímeros por efecto de tratamientos térmicos (desnaturalización proteínica parcial y gelatinización parcial de almidón) (Gujska y Khan, 1991).

Las harinas de garbanzo, crudo y fermentado, presentaron índice de tamaño de partícula (ITP) de 63.40 %y 74.5%, respectivamente (Cuadro 1). El índice de tamaño de partícula (ITP) es una medición de la finura de la harina; elevados ITP significan partículas más pequeñas.

Calidad nutricional de harinas de garbanzo crudo y fermentado

Las harinas de garbanzo crudo y fermentado tuvieron un contenido de aminoácidos esenciales (AAE) de 38.23 y 40.50 g/100g de proteína, respectivamente (Cuadro 2); estos valores son mayores que los recomendados por la FAO/WHO (1991) para niños de 2-5 años (33.9 gAAE/100g de proteína). Las proteínas de la harina de garbanzo crudo mostraron valores mayores para los AAE, Histidina, Isoleucina, Leucina, Lisina, aminoácidos aromáticos (Fenilalanina + Tirosina), Treonina y Valina que el patrón de referencia FAO/WHO para niños de 2-5 años (Cuadro 2). Sin embargo, las proteínas de harina de garbanzo crudo mostraron contenidos menores de aminoácidos azufrados (Metionina+Cisteína) y un contenido de Triptófano similar. En general, el contenido

de AAE de las proteínas garbanzo mejoró por el proceso de FES; el contenido de Isoleucina, aminoácidos azufrados (Metionina+Cisteína), aminoácidos aromáticos (Fenilalanina + Tirosina), Treonina y Valina se incrementó ($p \leq 0.05$) en 0.37, 0.41, 0.10, 0.39 y 0.22 g AAE/100g de proteína, respectivamente (Cuadro 2). Sin embargo, los niveles de Lisina y Triptófano disminuyeron de 6.39 a 6.09 y de 1.10 a 1.06 g AAE/100g de proteína, respectivamente. Kao y Robinson (1978) reportaron disminución en los niveles de Triptófano, durante la preparación de tempe de garbanzo. Paredes-López y Harry (1988) reportaron que durante hidrólisis de aminoácidos en la fermentación, los valores mayores fueron en los niveles de lisina y metionina. Ellos sugirieron que un mecanismo bioquímico, como la transaminación podría llevarse a cabo durante el proceso FES.

Cuadro 2. Perfil de aminoácidos esenciales y calificación química de harinas de garbanzo crudo y fermentado.

Aminoácidos esenciales ¹ (g AAE/100g de proteína)	Harina de Garbanzo ^{1,2}		AAE ³ requerimientos 2-5 años
	Crudo	Fermentado	
Histidina	2.43 ^b (1.28)	2.54 ^a (1.33)	1.9
Isoleucina	3.19 ^b (1.14)	3.56 ^a (1.27)	2.8
Leucina	7.14 ^a (1.08)	7.22 ^a (1.50)	6.6
Lisina	6.39 ^a (1.10)	6.09 ^b (1.05)	5.8
Metionina+Cisteína	2.18^b (0.87)	2.59 ^a (1.03)	2.5
Fenilalanina+Tirosina	8.6 ^b (1.39)	9.87 ^a (1.57)	6.3
Treonina	3.46 ^b (1.01)	3.85 ^a (1.13)	3.4
Triptófano	1.1 ^a (1.00)	1.06^b (0.96)	1.1
Valina	3.54 ^b (1.01)	3.76 ^a (1.07)	3.5
AAET	38.23	40.5	33.9
AAE Limitante	Metionina + Cisteína	Triptófano	

¹ Los resultados se analizaron por renglones usando la prueba de rango múltiple de Duncan. Valores con la misma letra no tienen diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

² Valores en paréntesis son la calificación química.

³ FAO/WHO (1991).

La calificación química (CQ) de aminoácidos esenciales en harina de garbanzo crudo y de tempe de garbanzo se evaluó tomando en cuenta el patrón de AAE recomendado para niños de 2-5 años. Las proteínas de la harina de garbanzo crudo tuvieron como AAE

limitante a aminoácidos azufrados (Metionina + Cisteína), con una calificación química de 0.87 (Cuadro 2). La CQ y el AAE limitante de las proteínas de garbanzo fueron afectados por el proceso FES; en las proteínas de harina de garbanzo fermentado el AAE limitante fue Triptófano, con una calificación química de 0.93 (Cuadro 2).

Las proteínas de harinas de garbanzo crudo y fermentado tuvieron valores de digestibilidad proteínica *in vitro* (DPIV) de 72.20 y 83.20 %, respectivamente (Cuadro 1). Paredes-López y Harry (1990) reportaron un incremento en DPIV en frijol común como consecuencia del mismo proceso. El incremento en DPIV podría ser explicado por eliminación de factores antinutricionales (p. ej. hidrólisis de ácido fítico durante la fermentación) y a la desnaturalización proteínica en la etapa de cocción, volviendo a las proteínas más vulnerables a la acción enzimática (Paredes-López y Harry, 1990; Mugula, 1992).

La relación de eficiencia proteínica calculada (C-PER) se incrementó ($p \leq 0.05$), de 1.54 a 2.21 como consecuencia del proceso de FES (Cuadro 2). El C-PER de harina de tempe de garbanzo corresponde al 88.4 % del C-PER de caseína. Este aumento está relacionado con el incremento que registraron la mayoría de aminoácidos esenciales; estos parámetros se utilizan en la determinación de C-PER, y cualquier cambio en sus valores altera el valor final de C-PER (Satterlee y col. 1977, Hsu y col. 1977). No existen reportes en la literatura acerca del comportamiento de C-PER en tempe, sin embargo, existe evidencia que indica que el proceso de FES incrementa de manera sustancial el contenido de aminoácidos esenciales y mejora ($p \leq 0.05$) la digestibilidad de los sustratos (Mugula 1992, Mugula y Lyimo, 1999, 2000, Han, 2002).

CONCLUSIONES

El proceso de fermentación en estado sólido puede ser aplicado para mejorar las características nutricionales de garbanzo. La harina de tempe de garbanzo tuvo un mayor

($p \leq 0.05$) índice de tamaño de partícula, temperatura de gelatinización, almidón resistente e índice de solubilidad en agua que la harina de garbanzo crudo.

La FES provocó un incremento ($p \leq 0.05$) en el contenido de aminoácidos esenciales (Iso-leucina, azufrados (Metionina + Cisteína), aromáticos (Fenilalanina + Tirosina) y Treonina); la excepción fue Triptófano.

EL proceso de FES favoreció, en garbanzo, el incremento ($p \leq 0.05$) en indicadores nutricionales: digestibilidad proteínica *in vitro* y C-PER.

Las harinas de garbanzo fermentados pueden ser utilizadas, solas o en mezclas, para la elaboración de diversos productos alimenticios elaborados a base de cereales y/o leguminosas para consumo humano.

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación fue financiada por la Universidad Autónoma de Sinaloa (Convocatoria 2006 Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación) y el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (Convocatoria CECyT 2005).

BIBLIOGRAFÍA

- Asp, N.G.; Van Amelsvoort, J.M.N; Hautvast, J.G.A. (1996), Nutritional implications of resistant starch, *Nutr. Res. Rev.* 9:1-31.
- Bello-Pérez, L.A.; Osorio-Díaz, P.; Agama-Acevedo, E.; Núñez-Santiago, C., y Paredes-López, O. (2002), Chemical, physicochemical and rheological properties of masa and nixtamalized corn flour, *Agrociencia*, 36:319-328.
- Billiaderis, C.G. (1992), Structures and phases transitions of starch in food systems, *Food Technology, Food Technol*, 46:98-109.
- Cuevas-Rodríguez, E.O.; Milán-Carrillo, J.; Mora-Escobedo, R.; Cárdenas-Valenzuela, O.G.; Reyes-Moreno, C. (2004), Quality protein maize (*Zea mays* L) tempeh flour through solid state fermentation process, *Lebens Wiss und – Technol*, 37:59-67

- Chavan, J.K.; Kadam, S.S., y Salunkhe, D.K. (1989), Chickpea, en “CRC Handbook of world food legumes: nutritional chemistry, processing technology and utilization”, vol. I, pp. 247-288, CRC Press, Inc, Boca Ratón, FL, EUA.
- Chavan, J.K.; Kadam, S.S., y Salunkhe, D.K. (1987), Biochemistry and technology of chickpea (*Cicer arietinum* L) seeds, Cr. Rev. Food. Sci. Nutr. 25 (2):107-156.
- Cuevas-Rodríguez, E.O.; Milán-Carrillo, J.; Mora-Escobedo, R.; Cárdenas-Valenzuela, O.G.; Reyes-Moreno, C. (2004), Quality protein maize (*Zea mays* L) tempeh flour through solid state fermentation process, Lebens Wissens und Technol, 39: 1072-1079.
- Elkin, R.G.; Griffith, J.E. (1985), Amino acid analysis of feedstuff hydrolisates by cation exchange high performance liquid chromatography, J Assoc. Off. Anal. Chem. 68:1028-1034.
- FAO/WHO. (1991), Protein quality evaluation, food and agricultural organization of the United Nations, Rome Italy, pp. 66.
- Gujska, E., y Khan, K. (1991), Food moisture effects on functional properties, trypsin inhibitor and hemmagglutinating activities of extruded bean high starch fractions, J. Food. Sci. 56:443-447.
- Hsu, H.W.; Vavak, D.I.; Saterlee, I.D., y Miller, G.A. (1977), A multienzyme techniques for estimating protein Digestibility, J. Food. Sci. 42: 1269-1273.
- Kao, C., y Robinson, R.J. (1978), Nutritional aspects of fermented foods from chickpea, horsebean and soy bean, Cereal Chem. 3: 512-517.
- Kutos, T.; Golob, T.; Kac, M., y Plestenkak (2003), Dietary fibre content of dry and processed beans, Food. Chem. 80: 231-235.
- Mugula, K. (1992), Evaluation of the nutritive value of maize-soybean tempeh as a potential food in Tanzania, Int. J. Food. Sci. Nutr. 43:113-119.
- Mugula, J.K., y Lyimo, M. (2000), Evaluation of the nutritional quality and acceptability of sorghum-based tempeh as potential weaning foods in Tanzania, Int. J. Food. Sci. Nutr. 51: 269-277.
- Paredes-López, O.; Cárabez-Trejo, A.; Palma-Tirado, L., y Reyes-Moreno, C. (1991), Influence of hardening procedure and soaking solution on cooking quality of common beans, Plant. Foods. Hum. Nutr. 41:155.
- Paredes-López, O., y Harry, G.I. (1988), Food biotechnology review: traditional solid-state fermentation of plant raw materials - Application, nutritional significance and future prospects, Cr. Rev. Food. Sci. Nutr. 27:159-187.
- Raimbault, M. (1998), General and microbiological aspects of solid substrate fermentation, Electronic J. Biotechnol. 1(3):174-188.
- Reyes-Moreno, C.; Cuevas-Rodríguez, E.O.; Milán-Carrillo, J.; Cárdenas-Valenzuela, O.; Barrón-Hoyos, J. (2004), Solid state fermentation process for production of chickpea (*Cicer arietinum* L) tempeh flour, Physicochemical and nutritional characteristics, J. Sci. Food. Agric. 84:271-278.
- Reyes-Moreno, C.; Romero-Urías, C.; Milán-Carrillo, J.; Valdéz-Torres, B., y Zárate-Márquez, E. (2000), Optimization of the solid state fermentation process to obtain tempeh from hardened chickpea (*Cicer arietinum* L), Plant. Foods. Hum. Nutr. 55:219-228.
- Ruiz-Terán, F. & Owens, J. D. (1996), Chemical and enzymatic changes during the fermentation of bacteria-free soya bean tempeh, J. Sci. Food. Agric. 71:523-530.
- Satterlee, L.D.; Marshall, H.F., y Tennyson, J.M. (1979), An in vitro assay for the prediction of the protein efficiency ratio (PER) (q.v.) of food proteins, J. Am. Oil. Chem. Soc. 56: 103-109.
- Saura-Calixto, F.; Goñi, I.; Bravo, L., y Mañas, E. (1993), Resistant starch in foods: modified method for dietary fiber residues, J. Food. Sci. 58:642-643.

Shambuyi, M.; Beuchat, L.R; Hung, Y., y Nakayama, T. (1992), Evaluation of substrates and storage conditions for preparing and maintaining starter cultures for tempeh fermentation, *Int. J. Food.Microbiol.* 15:77-85.

Sharma, A. & Khetarpaul, N. (1997), Effect of fermentation in phytic acid content and in vitro digestibility of starch and protein of rice-blackgram dhal-wheat blends, *J. Food Sci. Technol.* 34:20-30.

OPTIMIZACIÓN EVOLUTIVA MULTIOBJETIVO PARA DECIDIR SOBRE EL APOYO DE PROYECTOS DE IMPORTANCIA SOCIAL

Eduardo Fernández González*, Luz Flérida Félix, Facultad de Ingeniería-UAS, Escuela de Estudios Internacionales-UAS

*eddyf@uas.uasnet.mx

1. INTRODUCCIÓN

Una de las principales tareas de dirección en las organizaciones de gobierno en cualquier ámbito es evaluar un conjunto de proyectos con impacto social que compiten por apoyo financiero. En el marco de ciertas restricciones determinadas por la orientación de las políticas públicas, es preciso formar *Carteras de Proyectos* de calidad donde se maximice el impacto (con connotaciones ideológicas) de la solución escogida.

La dificultad principal para el análisis y búsqueda de la mejor cartera es la falta de medida de impacto de un proyecto social, criterio además influido por la ideología. Aunque problemático, el intento más aceptado de estimar el impacto de proyectos sociales en una escala común es el enfoque “costo-beneficio” (ej. Abdullah y Chandra, 1999). Toda consecuencia positiva de un proyecto es equivalente a un cierto beneficio económico; consecuencias negativas equivalen a “costos”. La distribución en el tiempo de los “costos” y los “beneficios” tomados como flujos de caja netos, y descontados con un cierto valor de la “tasa de descuento social”, permite calcular el valor presente del proyecto. Si es positivo, el proyecto debería ser apoyado en caso de que los recursos alcancen. El impacto del proyecto corresponde al “valor actual neto social”. El impacto de una cartera de proyectos es la suma de sus valores netos sociales. Se puede encontrar la mejor cartera resolviendo un problema de programación matemática en que se maximiza el impacto (valor actual neto) de la cartera. Pero el enfoque “costo-beneficio” tiene serias dificultades para manejar la complejidad multidimensional de las consecuencias de un proyecto, sobre todo cuando es necesario valorar intangibles que

carecen de referencia en el mercado, y por eso ha sido severamente cuestionado por la literatura de análisis multicriterio (French, 1993; Dorfman, 1996; Bouyssou *et al.*, 2000). Existen varios enfoques para eludir la dificultad y conformar carteras aceptables sin necesidad de una evaluación rigurosa de su impacto. Si se utiliza un método de integración multicriterio, el proceso de evaluar los proyectos individuales puede llevar a un *ranking* de proyectos que refleje su importancia. A partir del *ranking* la forma natural de llegar a la decisión final sobre la cartera es asignar los recursos de acuerdo al orden de los proyectos en él hasta su agotamiento. El procedimiento es simple pero muy rígido; nunca sería razonable sustituir un proyecto muy costoso por dos o más proyectos baratos que se encuentren en posición algo inferior en el *ranking*.

La pregunta es entonces si existe una forma de modelar cuantitativamente el impacto social de proyectos y carteras que, sin burdas simplificaciones pero también sin complicar el proceso de evaluación de los proyectos, permita comparar estimados de impacto de carteras diferentes y realizar una exploración del conjunto de carteras posibles para arribar a las mejores soluciones. Y lograrlo sin un esfuerzo excesivo del decision-maker (*DM*). Se trata de no renunciar a la posibilidad de optimizar las decisiones de cartera, e inconformarse con decisiones simplemente aceptables. Conocer cómo hacerlo sienta las bases de un posterior avance muy importante para mejorar la gestión de la administración pública en cualquier ámbito.

2. DESARROLLO DE NUESTRA PROPUESTA

2. 1 Un procedimiento para distribuir los recursos con la información del *ranking*

En ausencia de una medida confiable de impacto social, el *DM* debe balancear dos objetivos fundamentales: la cantidad de proyectos en la cartera y la calidad de los mismos. Nuestra propuesta se basa en construir una relación de superioridad sobre el conjunto de proyectos, tomando en cuenta la posición en el *ranking* y el costo asociado a cada uno. Proponemos considerar una relación de superioridad S' sobre el conjunto de proyectos A de la siguiente manera: $aS'b$ si con la información disponible (la de posición relativa de a y b en el *ranking* y el costo de cada proyecto) se tienen razones para considerar que “ a es superior al proyecto b ”, y no hay razones de peso para refutar esa afirmación. Las diferencias en costo, si sobrepasan ciertos niveles, pueden producir veto a la relación de superioridad. La forma específica de establecer S' puede verse en (Félix, 2006).

S' es una relación asimétrica que indica cierta preferencia a favor de uno de los proyectos. Una cartera bien formada debería respetar la información contenida en S' . Supongamos que C es una cartera de proyectos que reciben apoyo; admitamos que $aS'b$ y que $a \notin C$. En tal caso la pertenencia del proyecto b a la cartera C es una discrepancia con la información contenida en S' . Cada cartera tiene asociado un conjunto de discrepancias que se define de la siguiente manera:

$$D = \left\{ \begin{array}{l} (a,b) \in A \times A \quad \text{tales que} \\ aS'b, b \in C \text{ y } a \notin C \end{array} \right\}$$

En (Félix, 2006) y en Fernández, Félix y Mazcorro (2007) las discrepancias se dividen en fuertes y débiles, de acuerdo a la diferencia de costos entre los proyectos (a,b) .

Es necesario comparar la calidad de carteras diferentes para arribar a la mejor. En la bondad de la cartera no solamente interviene la calidad de los proyectos, reflejada aproximadamente en el *ranking*, sino también su cantidad. Se pueden permitir algunas discrepancias entre la información del *ranking* y la decisión de apoyo a proyectos siempre que ello conduzca a un incremento apreciable de la cantidad de proyectos en la cartera. Sin embargo, esto debe ser de manera controlada pues admitir considerables discrepancias equivale a dar escaso valor a la información contenida en el *ranking*. Considerando los objetivos:

Número de discrepancias fuertes (V_f)

Número de discrepancias débiles (V_d)

Cardinal de la cartera (n_c)

la cartera idónea es la mejor solución de compromiso del problema multiobjetivo

Minimizar (V_f , V_d), Maximizar n_c
(1)

$$C \in R_f$$

donde C denota carteras y R_f es la región factible determinada por las restricciones de presupuesto.

Finalmente será el *DM* quien escoja el compromiso adecuado entre el número de proyectos que se apoyan y el respeto a la información contenida en el *ranking*. La decisión de compromiso dependerá de la confianza que el *DM* deposita en la información del *ranking*, de las presiones que pueda sentir para respetar la información del *ranking* o para incrementar el número de proyectos con apoyo, de su inclinación a rechazar proyectos muy costosos, y de otros elementos de su subjetividad, también condicionada por su situación objetiva.

Para resolver el problema de optimización multiobjetivo se utilizó el algoritmo genético multiobjetivo NSGA-II (Deb, 2001). Los resultados fueron excelentes en algunos ejemplos de prueba (Félix, 2006). En un ejemplo de 25 proyectos candidatos contra un presupuesto de 1 200 millones de pesos se logró aumentar de doce (siguiendo la heurística tradicional del *ranking*) hasta

dieciocho proyectos apoyados con nuestro procedimiento.

2.2. Un nuevo método para modelar el impacto social

El método expuesto en el epígrafe anterior es ventajoso respecto al tradicional de distribuir los recursos siguiendo la información del *ranking*, pero elude la estimación del impacto de carteras. Por tanto, la solución de (1) es en el mejor caso un enfoque indirecto y grueso para buscar la mejor cartera. En esta sección intentamos acometer directamente la modelación del impacto social.

En la base de la teoría que sustenta el enfoque costo-beneficio se halla la existencia de una función de “bienestar social” o función de “utilidad social”:

$$W=W(U_1, U_2, \dots U_N) \quad (2)$$

donde W es un valor real y U_j representa la utilidad del individuo j -ésimo, que es a su vez una función de los “bienes” (en sentido general) que la sociedad produce (Bouyssou *et al.*, 2000).

Declarar que W es una función de preferencia social significa que si la sociedad comparara dos estados diferentes, debería preferir aquél que arroja un valor mayor de W . La relación de preferencia-indiferencia sería entonces transitiva y completa sobre todos los estados posibles de la sociedad (French, 1993). Debido a las limitaciones para dar un contenido racional a las preferencias colectivas (paradoja de Condorcet, Teorema de Imposibilidad de Arrow, preferencias dependientes del contexto, etcétera (Bouyssou *et al.*, 2000; Tversky y Simonson, 1993; French, 1993), la existencia de W sólo se puede tratar hipotéticamente, no demostrar. Sin embargo, si ubicamos como “decision-maker” a un individuo específico, quizás un político de alto nivel o un representante de quienes tienen el poder de distribuir los recursos públicos, y exigimos normativamente su apego a los axiomas de la racionalidad postulados por la teoría de la decisión (ver por ejemplo French, 1993), entonces existe una función W' que refleja sus

preferencias sobre “estados” de la sociedad. El apego estricto a la ética de la democracia (no sólo al derecho de votar, sino democracia como ejercicio de gobierno popular) debería hacer que W' fuera una apropiación subjetiva, una cierta interpretación de W .

Definición de la mejor cartera

Denotemos por E_0 el estado actual de la sociedad o del sector social respecto al que se va a resolver un problema de cartera, desde la percepción del *DM*. Sea P el presupuesto disponible. Consideremos un conjunto de proyectos candidatos individualmente aceptables y sea $C = \{C_1, C_2, \dots C_L\}$ el conjunto de las diferentes combinaciones (carteras) de proyectos que cumplen con las restricciones presupuestales. Sea $E = \{E_1, E_2, \dots E_M\}$ ($M \leq L$) el conjunto de los distintos estados sociales a que se puede arribar, desde el punto de vista del *DM*, al ejercer el presupuesto P según todas las combinaciones factibles.

A partir de la premisa de que W' aproxima a W se puede dar un significado directo a la noción de impacto de una cartera de proyectos sociales: Supongamos que la cartera C_i provoca que el estado social cambie de E_0 a E_k ; entonces, el impacto social $I(C_i)$ puede definirse como la diferencia $W'(E_k) - W'(E_0)$. Y la cartera de mayor impacto es la que maximiza esa diferencia en el conjunto C , que está determinado por las restricciones al presupuesto y a las formas en que puede ser empleado. Entonces, la obtención de la mejor cartera presupone dos problemas: 1) la modelación de W' (en realidad basta con modelar $W'(E_k) - W'(E_0)$), y 2) la solución de un problema de optimización combinatorial en el conjunto de carteras factibles. Comencemos con la modelación de $W'(E_k) - W'(E_0)$. A semejanza de (2), consideraremos una forma del tipo

$$W'=W'(U_1, U_2, \dots U_N, E) \quad (3)$$

que incluye la dependencia con el bienestar de los individuos (recogido en U_i), y también respecto al bienestar general de la sociedad como lo percibe el *DM* (recogido en E).

Sea q un “satisfactor” y asumamos que un proyecto social produce una variación δq en el nivel de consumo de n individuos. Prescindiendo del efecto sobre $W_e'(E)$ tenemos:

$$\delta W' = (\partial W'/\partial U_1) (\partial U_1/\partial q)\delta q + (\partial W'/\partial U_2) (\partial U_2/\partial q)\delta q + \dots (\partial W'/\partial U_n) (\partial U_n/\partial q)\delta q \quad (4)$$

Es conveniente introducir tres suposiciones:

a) Como media, las funciones de utilidad dependen del nivel social. Por tanto, suponemos que la derivada $(\partial U_i/\partial q)$ es igual para todos los individuos del mismo estrato social.

b) La razón de cambio de la preferencia del DM respecto al beneficio del individuo j -ésimo depende del estrato social del mismo. Luego, la derivada $\partial W'/\partial U_j$ se considera igual para todos los individuos que se puedan clasificar en el mismo estrato social.

c) El nivel social de un individuo no cambia al recibir el beneficio δq de uno o varios proyectos.

Tomando en cuenta a) y b), la expresión 4 se puede escribir como:

$$\delta W' = \sum n_i (\partial W'/\partial U_i) (\partial U_i/\partial q) \delta q \quad (5)$$

donde n_i es la cantidad de personas del estrato i beneficiadas por el proyecto, y el índice i corre por el total de estratos en que el DM divide el universo social.

$\delta U_i \approx (\partial U_i/\partial q) \delta q$ puede interpretarse como una medida del impacto del proyecto sobre un individuo del i -ésimo estrato. $\delta W'$ de 4 es el impacto social del proyecto, que puede verse como una suma de los impactos sobre los grupos sociales (el número de beneficiarios del grupo social multiplicado por el impacto sobre cada individuo de ese grupo), pero modulado por el factor $\partial W'/\partial U_i$, que expresa la intensidad en que la preferencia del DM depende del aumento de bienestar del i -ésimo estrato social.

Consideremos ahora una cartera de proyectos independientes, o que así se puedan aceptar aproximadamente (dos proyectos son independientes si sus impactos pueden superponerse para estimar el impacto conjunto). La suma de los impactos de los proyectos aislados arroja entonces $W'(E_k) - W'(E_0)$.

Por consiguiente,

$$W'(E_k) - W'(E_0) \approx \sum_j \sum_i n_{ij} (\partial W'/\partial U_i) (\partial U_i/\partial q_j) \delta q_j \quad (6)$$

j

La búsqueda de la mejor cartera a través de la optimización de la función expresada por 6 es un complejo problema combinatorial. Más aún, el desconocimiento de las derivadas $\partial W'/\partial U_i$ obliga a considerar una formulación multiobjetivo en que los distintos objetivos tienen la forma $\sum_j n_{ij} (\partial U_i/\partial q_j) \delta q_j$, mientras que las derivadas $\partial W'/\partial U_i$ contienen información preferencial del DM . Note que la expresión (6) tiene la forma de una función suma ponderada clásica de la modelación multicriterio, en que los objetivos son del tipo $\sum_j n_{ij} (\partial U_i/\partial q_j) \delta q_j$, y las derivadas $\partial W'/\partial U_i$ asumen el rol de factores de ponderación. Debido a que las preferencias son generalmente dependientes del contexto (Tversky y Simonson, 1993), esta información preferencial es muy probablemente desconocida incluso para el propio DM , que solamente podrá precisarla en un proceso de aprendizaje y reflexión sobre sus propias preferencias. Este análisis nos conduce a considerar el problema de la búsqueda de la mejor cartera de proyectos públicos como un problema de optimización multiobjetivo, en el cual las preferencias del DM están inicialmente mal definidas, y no se pueden modelar *a priori*.

El desconocimiento de las funciones de utilidad individuales no permite evaluar $\partial U_i/\partial q_j$, pero el producto $(\partial U_i/\partial q_j) \delta q_j$ es un impacto sobre los individuos del i -ésimo grupo social. Ese nivel no se puede evaluar cuantitativamente, pero es posible asignarle un estado cualitativo en cierta escala, quizás {Muy Alto, Alto, Medio, Bajo}. Cada término de la expresión (6) se puede caracterizar por un número de individuos que reciben beneficios del proyecto (n_{ij}), su pertenencia a un estrato social que impacta a la preferencia del DM (información relativa a $\partial W'/\partial U_i$), y que reciben un impacto dado por $(\partial U_i/\partial q_j) \delta q_j$. El número de objetivos depende de cómo se realice la partición de estratos sociales y de

niveles de impacto, pero puede sobrepasar o acercarse a la cifra de veinte. Un problema de estas características requiere de una poderosa heurística de búsqueda de buenas soluciones. En este momento estamos trabajando en su desarrollo sobre la base de algoritmos evolutivos multiobjetivo con incorporación de preferencias del *DM* en el marco de un enfoque interactivo.

3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se probó que con el modelo de la sección 2.1 combinado con una potente heurística multiobjetivo se pueden obtener mejores soluciones de cartera cuando sólo se dispone de la información del *ranking* de calidad o importancia de los proyectos. En comparación con el análisis “costo-beneficio”, la presente propuesta es mucho más laxa en el momento de la evaluación de los proyectos (lo que es muy significativo en problemas de decenas de ellos), y no contiene las imprecisiones y deformaciones de ese método. Creemos poder sustentar plausiblemente que nuestra propuesta supera a los enfoques alternativos cuando alguno de los siguientes enunciados es cierto:

Sólo se dispone de la información del *ranking* como resultado de la evaluación.

Disponiendo de una evaluación, ésta carece de significación para que el *DM* pueda establecer sobre ella una escala de proporción.

El *DM* no está dispuesto a invertir mucho esfuerzo en el proceso de modelación de sus preferencias.

Las preferencias del *DM* son imprecisas o están mal definidas, como ocurre, por ejemplo, cuando la entidad que decide es un grupo poco homogéneo.

El *DM* siente alguna desconfianza en la información de calidad que proviene del *ranking* de proyectos.

El *DM* siente cierta aversión hacia los proyectos mucho más costosos que la media. Por su parte el modelo de la sección 2.2 permite obtener una estimación indirecta del impacto social de proyectos y carteras a partir

de magnitudes observables. Queda pendiente el desarrollo y prueba de una metaheurística que permita resolver este modelo que contiene muchos objetivos. Su aplicación revolucionaría los métodos actuales de evaluación de proyectos públicos y distribución de recursos entre ellos.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación contó con el apoyo del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación de la Universidad Autónoma de Sinaloa (PROFAPI-2006).

REFERENCIAS

- Abdullah, A.; Chandra, C.K. (1999), Sustainable transport: Priorities for Policy Sector Reform”, World Bank, <http://www.worldbank.org/html/extpb/sustain/sustain.htm>
- Boyssou, D.; Marchant, Th.; Perny, P.; Tsoukias, A.; Vincke, Ph. (2000), Evaluations and decision models: a critical perspective, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Deb, K. (2001), Multi-objective optimization using evolutionary algorithms, John Wiley & Sons, Chichester-New York-Weinheim-Brisbane-Singapore-Toronto.
- Dorfman, R. (1996), “Why cost-benefit analysis is widely disregarded and what to do about it?”, *Interface* 26, núm. 1, pp. 1-6
- Félix, L. F. (2006), Un procedimiento basado en relaciones de sobreclasificación y algoritmos genéticos multiobjetivo para resolver problemas de cartera de proyectos de importancia social, tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán Rosales.
- Fernandez, E.; Félix, L.F.; Mazcorro, G. (2007), “Multiobjective optimization of an outranking model for public resources allocation on competing projects”, aprobado para publicar en *International journal of operational research*.

- French, S. (1993), *Decision Theory: An Introduction to the Mathematics of Rationality*, Ellis Horwood, London.
- Tversky, A.; Simonson I. (1993), "Context Dependent Preferences", *Management Science*, vol. 39, pp. 1179-1189.

CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE ÁRBOLES FORRAJEROS PARA LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES: IDENTIFICACIÓN, PREFERENCIA EN EL CONSUMO Y DENSIDAD POBLACIONAL (AVANCES)

Juan Eulogio Guerra Liera^{1*}, Miguel Ángel Gastelum Delgado¹, Noe Alejandro Gutiérrez Sánchez^{1a}, Ildelfonso Barrón Olea^{1a}, Chang Medina Gutier^{1a}, Alejandro Córdova Izquierdo², José Luis Corrales Aguirre¹, Luís Esteban Soto Angulo¹, Juan Moreno Quiroz¹, y Luciano Abelino López Juárez¹.

¹Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán de Rosales, Sinaloa, México.

^{1a}Alumnos del Eje de Producción Pecuaria de la Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán de Rosales, Sinaloa, México. ²Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, México D. F.

juan_eulogio_guerra_liera@hotmail.com

juan_eulogio_guerra_liera@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

La región ganadera basada en una agricultura temporalera de forrajes de la zona centro del estado de Sinaloa presenta problemas topográficos, poca cobertura vegetal, serias situaciones de erosión y la aplicación de tecnologías agropecuarias inadecuadas. Así mismo, en la región, la alimentación de los rumiantes es deficitaria como consecuencia de la baja calidad de los forrajes (gramíneas) tradicionalmente utilizados y por la presencia de un fuerte periodo de sequía que se extiende entre siete y ocho meses al año. Además de lo anterior, la utilización de prácticas ganaderas incorrectas afecta la productividad de las pasturas e incrementa los problemas de erosión de la región. Las plantas leñosas forrajeras presentan un sistema radicular más desarrollado que el de las forrajeras de piso (Araya *et al.*, 1994), estas plantas podrían constituir un medio para promover el movimiento de nutrimentos desde las capas inferiores del suelo a las capas superiores. La utilización de una planta forrajera debe de acompañarse por un estudio integral de todos los aspectos que determinan su valor, ya que la variación estacional, provocan severos cambios en la composición bromatológica, estructura y composición morfológica (Minson, 1990). Estos cambios afectan el aprovechamiento forrajero durante la fase de crecimiento y maduración. Adicionalmente las condiciones climáticas influyen

de manera decisiva sobre los cambios en calidad de los forrajes (Van Soest, 1982; Jung, 1989). Dado que los resultados de composición bromatológica son altamente dependientes de las especies bajo estudio y de las condiciones bajo las que crece el forraje (Buxton y Fales, 1994), es posible conocer con exactitud la variación estacional en la composición química de los árboles forrajeros, siendo de suma importancia porque definiríamos su calidad nutricional y los programas de manejo adecuados para ofrecérselo al ganado. El alto contenido de proteína cruda de los árboles forrajeros permitirían suplementar y prescindir o bajar el nivel de concentrados proteicos comerciales, abaratando el costo de la alimentación en rumiantes. Barajas *et al.* (1992) inician en el sur del estado de Sinaloa con la evaluación de la degradabilidad *in situ* de algunos zacates de temporal. En la Facultad de Agronomía de la UAS, desde el año 1998 se han realizado estudios de digestibilidad *in situ* de ingredientes o raciones para rumiantes, permitiendo su conocimiento y mayor aprovechamiento (Guerra *et al.*, 1998). La implementación de esta investigación permitirá al ganadero de temporal no sólo conocer las diversas especies de árboles forrajeros sino que también se beneficiaría al caracterizar éstas en su aprovechamiento ruminal y su consumo potencial por los rumiantes, permitiéndole una mejor planificación en la inclusión de cada una de ellas. Sin embargo, un propósito adicional de esta investigación es

preparar las condiciones necesarias para que el productor perteneciente a una ganadería de escasos recursos pueda mejorar su productividad e ingreso económico a través del conocimiento y utilización de plantas leñosas forrajeras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en la zona centro del estado de Sinaloa que incluye la región de Jesús María. Ubicada en la longitud $107^{\circ} 23'$ y latitud $24^{\circ} 55'$ Norte a una altura de 88 msnm, con una temperatura media anual de 25.1°C , presentando la mínima temperatura en el mes de enero con 19.3°C y 30.3°C como máxima para los meses de enero y julio. El clima se define como BS1 (h') w (e) cálido y semiseco y extremoso, con una precipitación anual de 724.4 mm con 24.1 como máxima para el mes de agosto, y mayo con el menor índice correspondiendo 1.6 mm (Köppen modificado por García, 1987). Con el fin de identificar las especies forrajeras leñosas consumidas por rumiantes se usaron tres vías a) se diseñó una encuesta (Kish, 1975) a productores en las que se indaga sobre las especies de leñosas que normalmente son apetecidas por los rumiantes, b) la observación directa de los animales durante el pastoreo o ramoneo para determinar mediante estudios de frecuencia las especies más utilizadas y c) la literatura existente para obtener información secundaria sobre especies que ya han sido reportadas en otros estudio. Con base en los resultados se procedió según Scheaffer y Mendenhall (1987) a través de un muestreo aleatorio estratificado (MAE) a identificar en el campo individuos representativos de cada especie y su posterior clasificación taxonómica. Se realizó un muestreo mensual para las especies forrajeras, usando la técnica de muestreo descrita por Shinozaki *et al.* (1964) procediendo a cortar y pesar el forraje del árbol determinado. Una vez colectadas las muestras se pesan en el momento para posteriormente ser identificadas y depositadas en bolsas de papel en la estufa de secado. Se estimó el tamaño de

muestra óptimo (Scheaffer y Mendenhall, 1987) por especie forrajera para estimar la producción en base seca. Las muestras tomadas de los árboles forrajeros, previamente secadas fueron molidas en un molino tipo Willey # 4, utilizando un cedazo con malla de 1mm y almacenadas en depósitos de vidrio cerrados herméticamente para su análisis posterior. Las muestras colectadas de los diferentes árboles forrajeros están siendo sujetas a los siguientes análisis: Materia Seca Aparente (MSA, desecado a 60°C por 48 horas), Materia Seca Residual (MSR, desecado a 105°C por 24 horas), Proteína Cruda (PC) método Kjeldhal, cenizas (AOAC, 1975), Fibra Detergente Neutro (FDN) y Fibra Detergente Ácida (FDA) (Goering y Van Soest, 1970). De igual forma se obtendrá Hemicelulosa (HEMI), Contenido Celular (CC), Materia Orgánica (MO) y la caracterización energética (Undersander *et al.*, 1993). Los análisis bromatológicos se están realizando en el Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Las variables de interés fueron producción de forraje verde (kg ha^{-1}) y producción de forraje en base materia seca (kg MS ha^{-1}), composición bromatológica, área foliar, consumo potencial y degradabilidad ruminal de la materia seca y proteína cruda. El estudio de la degradabilidad *in situ* se realizará en la Posta Zootécnica de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, contando para tal efecto con cuatro bovinos cruzas de Cebú con un peso promedio de 130 kg, fistulados e implantados ruminalmente con una cánula de diez cm de diámetro. Los animales tendrán una dieta de adaptación por diez días, que comprende diariamente 1.5 kg de un concentrado comercial y alfalfa a libre acceso, para posteriormente realizar las pruebas de degradabilidad *in situ*. Se usará el procedimiento de la técnica de la bolsa de nylon para la degradabilidad *in situ* de la materia seca y proteína a intervalos de 0, 12, 24, 36 y 48 h, con cinco repeticiones por intervalo por planta forrajera por mes de

muestreo (Orskov *et al.*, 1980; Orskov y Mc Donald, 1979). Se estimara el consumo potencial de materia seca y proteína. El consumo potencial como porcentaje del peso vivo del rumiante para cada especie forrajera será estimado a partir del contenido de FDN del forraje (Pioneer, 1990; Schroeder, 1996; Thiex, 2001). Para las variables producción de forraje verde, producción de forraje en base materia seca, composición bromatológica, área foliar, consumo de materia seca y proteína y degradabilidad de la materia seca *in situ*, se comprobaran los supuestos del modelo paramétrico, de cumplirse éstos, serán analizados en un diseño de bloques completos al azar (DBCA) y arreglo factorial de orden mayor, con comparación de medias con la prueba de Tukey (Barreras *et al.*, 1999). De no cumplirse los supuestos paramétricos los datos serán transformados de alguna de las dos formas siguientes: $1/\sqrt{X+0.01}$ o $\log(X+0.01)$ para su posterior análisis con el diseño anterior, de persistir el no cumplimiento de los supuestos paramétricos se aplicaría la prueba de rangos de Friedmans (prueba no paramétrica). Se establecerán regresiones y correlaciones entre las variables de interés (Barreras *et al.*, 1999). Se empleará un nivel de significancia ($P < 0.05$) en todos los casos; Para el análisis de las variables de interés se utilizara PROC ANOVA, PROC GLM, PROC MEANS, PROC SORT, PROC UNIVARIATE, PROC NPAR1WAY, PROC REG, y PROC PRINT de la versión núm 10 del paquete estadístico SAS (2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A la fecha estamos procesando los datos obtenidos para las diferentes variables, por lo que se está presentando un avance de lo analizado hasta el día de hoy. Se aplicó una encuesta directamente con los productores ganaderos más experimentados de la región, donde a través de una entrevista directa en campo se logró obtener la identificación de los árboles forrajeros de mayor importancia como fuente de alimento para el ganado, identifi-

cándose al Mauto (*Lysiloma* sp), Vinolo (*Acacia* sp), Ébano (*Lysiloma* sp), Amapa (*Tabebuia* sp), Guazima (*Guazuma* sp) y Palo pinto (*Pithecellobium mangense*). Realizándose en total nueve muestreos mensuales los días finales de cada mes, recolectándose material vegetativo consistente en hojas, vaina y fruto, pero la utilización de una planta forrajera debe de acompañarse de un estudio integral de todos los aspectos que determinan su valor ya que existe variación estacional con severos cambios en la composición bromatológica, estructura y composición morfológica (Minson, 1990), por lo que las muestras están siendo procesadas actualmente en el laboratorio de bromatología y nutrición animal de la FAUAS. Los usos diversos que se dan a las especies forrajeras por los nativos del lugar varían desde leña, madera, postes y medicinal (Cuadro 1). Se estableció una escala ordinal, para establecer en forma jerárquica el orden en que son consumidos los árboles forrajeros previamente identificados por los bovinos del lugar, destacándose en primer lugar al Vinolo (*Acacia* sp), en segundo al Palo pinto (*Pithecellobium mangense*), en tercero la Guazima (*Guazuma* sp), en cuarto al Ébano (*Lysiloma* sp), en quinto a las especies Mauto (*Lysiloma* sp) y Amapa (*Tabebuia* sp). Con el mismo tipo de escala se logró priorizar de acuerdo a la densidad de los árboles un orden de importancia donde el árbol con mayor presencia (1) fue el Vinolo (*Acacia* sp), seguido del Mauto (*Lysiloma* sp) (2), posteriormente la Guazima (*Guazuma* sp) (3), la Amapa (*Tabebuia* sp) (4), el Palo pinto (*Pithecellobium mangense*) (5) y por ultimo el Ébano (*Lysiloma* sp) (6). Dado que los resultados de composición bromatológica son altamente dependiente de las especies bajo estudio y de las condiciones bajo las que crece el forraje (Buxton y Fales, 1994), es posible conocer con exactitud la variación estacional en la composición química de los árboles forrajeros, siendo de suma importancia porque definiríamos su calidad nutricional y los programas de manejo adecuados para ofrecérselo al ganado. El alto contenido de proteína cruda de los

árboles forrajeros permitirían suplementar y prescindir o bajar el nivel de concentrados proteicos comerciales, abaratando el costo de la alimentación en rumiantes.

Cuadro 1. Identificación de los árboles forrajeros de mayor importancia como fuente de alimento para el ganado.

Material recolectado	Nombre común	Nombre científico	Tipo	Uso	Consumo	Densidad
Hoja y ejote	Vinolo	<i>Acacia farnesiana</i> <i>Acacia cochliacantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Árbol	Leña	1	1
Hoja y ejote	Amapa	<i>Tabebuia palmeri</i>	Árbol	Mueble Madera	5	4
Hoja y ejote	Mauto	<i>Lysiloma divaricata</i>	Árbol	Postes	5	2
Hoja y ejote	Palo pinto	-	Árbol	Poste Madera	2	5
Hoja y fruto	Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Árbol	Medicinal	3	3
Ejote y hojas	Ébano	<i>Lysiloma</i> sp	Árbol	Madera	4	6

CONCLUSIONES

Los avances obtenidos hasta el día de hoy nos permiten concluir que el vinolo es el árbol forrajero de mayor consumo por los animales y que además tiene una mayor densidad en el área muestreada. El Palo pinto es la segunda especie en importancia pero no está entre las de mayor presencia (densidad), El mauto es la segunda especie en densidad pero su consumo no la ubica entre las de mayor importancia. El resto de especies son consideradas de importancia intermedia. Es necesario continuar con el desarrollo de esta investigación para obtener información que nos permita sustentar el porqué de los resultados hasta hoy obtenidos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la visión del rector de nuestra Universidad Autónoma de Sinaloa M.C. Héctor Melesio Cuen Ojeda y del doctor Víctor Antonio Corrales Burgueño, coordinador general de Investigación y Posgrado, así como a los demás funcionarios de la CGIP por el

apoyo proporcionado a la investigación, implementado a través de la Convocatoria 2006 del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación. Lo anterior propició que este trabajo fuera publicado el 17 de junio de 2007 en el XIII International Congress in Animal Hygiene ISAH-2007 celebrado en Tartu, Estonia. De igual forma le agradecemos al productor cooperante del poblado de Jesús Maria el ingeniero Hugo Enrique Salazar Iribe su apoyo decidido a esta investigación.

LITERATURA CITADA

- A.O.A.C. (1975), Official method of analysis (12th. Ed.), Official analytical chemist, Washington, D. C.
- Araya, J.; J. Benavides; R. Arias y A. Ruiz (1994), Identificación y caracterización de árboles y arbustos con potencial forrajero en Puriscal, Costa Rica, en: J. E. Benavides (eds), Árboles y arbustos forrajeros en América Central, Centro agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.
- Barajas, C. R.; M. A. Loaiza; J. M. O. Romero; A. C. García; H. de J. Patrón y H. de J. (1992a), Digestibilidad *in situ* de ocho pastos en dos cortes desarrollados en temporal en el sur de Sinaloa, en: Memoria de la Reunión de nutrición Animal, 23-25 septiembre, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, N. L., México, pp 115-119.
- Barreras, S. A.; Herrera, H. J. G. y Guerra, L. J. E. (1999), Análisis estadístico de experimentos agropecuarios utilizando el sistema SAS (*Statistical Analysis System*). Universidad Autónoma de Sinaloa, pp 71-74.
- Buxton, D. R. and S. L., Fales (1994), Plant environments and quality, in: G.C. Fahey Jr, ed. National Conference on Forage Quality, Evaluation and Utilization, Lincoln Nebraska.
- García, E. (1987), Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen, cuarta

- edición, Inst. de Geografía, UNAM, México, D. F., pp. 75-217.
- Goering, H. K. And Van Soest, P. J. (1970), Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications), Agric. Handbook, 379. ARS. USDA, Washington, D. C.
- Guerra, L. J. E. (1998), Caracterización bromatológica del *Cynodon spp.*
- Jung, H.G. (1989); Forage lignins and their effects on fiber digestibility, Agron. 81:33.
- Kish, L. (1975), Muestreo de encuestas, Ed. Trillas, México.
- Minson, D. J. (1990), Forages in ruminant nutrition, Academic Press, Inc. NY.
- Orskov, E. R., and McDonald (1979), The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rates of passage, J. Agric. Sci. Camb. 92:449-503.
- Orskov, E. R.; F. D. D, hovel and F. Mould (1980), Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la valuación de los alimentos, Prod. Anim. Trop. 3(1):9., Mérida, Yucatán México.
- PIONEER (1990), Pioneer forage manual a nutritional guide, ed. Pioneer Hi-Bred international, Inc. Iowa, USA.
- S A S (2004), SAS User's Guide (Release 9.1): Statistics SAS Inst. Inc., Cary. N.C.
- Scheaffer, R. L. y W. Mendenhall (1987), Elementos de muestreos, Grupo editorial Iberoamerica, México.
- Schroeder, J. W. (1996), Quality forage for maximum production and return, North Dakota State University, Available at: <http://www.ext.nodak.edu/extpubs/ansci/range/as1117w.htm> Accessed may, 30, 1998.
- Shinozaki, K.; Yoda, K.; Hozumi, K. and Kira, T. (1964), A quantitative analysis and its application in forest ecology, Jpn. J. Ecol. 14, 133-139.
- Thiex, N. (2001), Interpreting forage analysis, Available at: http://www.abs.sdstate.edu/labs_services/anserv/INTERP.HTM. Accessed march, 23, 2001.
- Undersander, D.; D. R. Mertens and N. Thiex (1993), Forage Analyses, National Forage Testing Association, U.S.A.
- Van Soest, P. J. (1982), Nutritional ecology of the ruminant, Ed. O & B Books, Inc. USA.

ADAPTACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE NIXTAMALIZACIÓN Y EXTRUSIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE HARINAS INSTANTÁNEAS DE AMARANTO

Roberto Gutiérrez Dorado^{1,2,3*}, Jorge Alan Urbina Vidales², Saraíd Mora Rochín¹, Jorge Milán Carrillo^{1,2,3}, José Antonio Garzón Tiznado⁴, Cuauhtémoc Reyes Moreno^{1,2,3}. ¹Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa (FCQB-UAS), Culiacán, Sinaloa, México; ²Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos, FCQB-UAS; ³Programa Regional del Noroeste para el Doctorado en Biotecnología, FCQB-UAS; ⁴Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias del Valle de Culiacán, Culiacán, Sinaloa, México.

*rgutierrez@fcqb.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

El amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) es un grano que ha tenido un resurgimiento a partir de la segunda mitad del siglo pasado, ha captado la atención como ingrediente alimenticio debido principalmente a sus propiedades nutricionales (Myers, 1996). Posee mayor contenido de proteína, lípidos y fibra que los cereales; también presenta alta concentración de minerales (calcio, hierro, sodio, fósforo, potasio, zinc), vitaminas E y del complejo B y ácidos grasos insaturados, así como bajos niveles de factores antinutricionales (Paredes-López y col., 1990). Sus proteínas presentan un buen balance de aminoácidos esenciales, con cantidades altas de lisina (deficiente en los cereales), metionina + cisteína (deficientes en leguminosas) (Singhal y Kulkarni, 1988; Bressani, 1989). Recientemente, al amaranto se le ha identificado como un grano con propiedades nutraceuticas; contiene compuestos con actividad biológica que pueden ser útiles en la prevención o control de enfermedades (Miettinen y Vanhanen, 1994; Smith, 2000; Bruni y col., 2001; León-Camacho y col., 2001; Rao y Newmark, 1998). El objetivo de esta investigación fue adaptar las tecnologías de nixtamalización y extrusión para producir harinas instantáneas de amaranto aptas para la elaboración de tortillas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) variedad Nutrisol, proporcionado por INIFAP.

Características físicas del grano

Se evaluaron las dimensiones físicas del grano, el peso de mil granos y el peso hectolitro. Las mediciones se realizaron por triplicado.

Preparación de harina de amaranto nixtamalizado (HAN)

El amaranto se nixtamalizó en disolución de hidróxido de calcio al 1.4% p/p (relación grano/medio de cocción de 1:3). La mezcla se calentó (60°C / 20 min) y, posteriormente, reposó diez min. El nejayote se decantó y el nixtamal se enjuagó con agua potable. El nixtamal se secó (8-10% humedad) y molturó (malla 80) para obtener harina de amaranto nixtamalizado (HAN) (Vargas-López, 1992).

Preparación de harina de amaranto extrudido (HAE)

La extrusión del amaranto se realizó en extrusor de tornillo simple (Temperatura = 70°C / Humedad de Alimentación= 20% / Velocidad del Tornillo = 45 rpm). Los extrudidos se secaron (8-10% humedad) y molturaron (malla 80) para obtener harina de amaranto extrudido (HAE) (Vargas-López, 1992).

Elaboración de tortillas a partir de HAN, HAE y harina de maíz nixtamalizado comercial Maseca.

Las tortillas se elaboraron con ayuda de una tortilladora manual, a partir de masa (mezcla de harina y agua) con una consistencia

adecuada para la producción de tortillas. Las tortillas se cocieron en un comal doméstico.

Composición proximal

Se utilizaron métodos de la AOAC (1999) para evaluar composición proximal: secado a 105°C por 24 h, para humedad (método 925.098); incineración a 550°C, para cenizas (método 923.03); desgrasado en equipo Soxhlet, con éter de petróleo, para grasas (método 920.39 C) y microKjeldhal para proteína (método 960.52). El contenido de carbohidratos se determinó por diferencia.

Evaluación fisicoquímica, funcional, nutricional y sensorial de harinas instantáneas y tortillas de amaranto

El estudio de las características fisicoquímicas, funcionales y nutricionales se realizó en harina de amaranto crudo (HAC), HAN, HAE; así como, en harina de maíz nixtamalizado (HMN) comercial Maseca (utilizada como referencia). Las tortillas elaboradas de HMN, HME y HMN se evaluaron fisicoquímica, nutricional y sensorialmente. Las determinaciones incluyeron actividad de agua (a_w), valor hunter “L”, diferencia total de color (ΔE), índice de absorción de agua (IAA), índice de solubilidad en agua (ISA), pH, digestibilidad proteínica *in vitro*, almidón resistente y evaluación sensorial (hinchamiento, roabilidad, aceptabilidad) (Milán-Carrillo y col., 2000; 2004; 2006; Bello-Pérez y col. 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características físicas y fisicoquímicas de los granos de amaranto

Los granos de amaranto, variedad Nutrisol, presentaron valores de largo, ancho y grosor de 1.24 mm, 1.12 mm y 0.80 mm, respectivamente; peso de 1000 granos igual a 0.82 g y un peso hectolítrico de 82.17 kg/hL. Los granos registraron un color “café suave”, con valores Hunter: L = 76.79 y ΔE = 31.06.

Composición química de grano integral y de harinas de amaranto, nixtamalizado y extrudido

El amaranto integral tuvo contenidos de proteína, lípidos y cenizas de 14.04% (bs), 6.51 % (bs) y 3.04% (bs), respectivamente (Cuadro 1). Estos valores se encuentran dentro del rango reportado por otros investigadores (Bressani, 1989; Paredes-López y col. 1990). Los procesos de nixtamalización y extrusión no modificaron significativamente ($p < 0.05$) los contenidos de proteína y lípidos; sin embargo, debido a la adición de hidróxido de calcio en ambos procesos, el contenido de minerales tuvo un incremento ($p < 0.05$), de 3.04 % (bs) a 3.37-3.53% (bs). Las harinas de amaranto (HAC, HAN, HAE) registraron mayor ($p < 0.05$) contenido de proteína (13.88-14.11 % (bs) vs 8.18 % (bs)), lípidos (6.39-6.49 % (bs) vs 5.37 % (bs)) y minerales (3.37-3.53 % (bs) vs 1.38 % (bs)) que la harina de maíz nixtamalizado (HMN) comercial que se utilizó como referencia.

Propiedades fisicoquímicas, funcionales y nutricionales de harinas de amaranto

Las harinas de amaranto nixtamalizado (HAN) y extrudido (HAE) presentaron menores ($p < 0.05$) valores Hunter L (74.63-74.23 vs 76.79) y mayores ($p < 0.05$) valores de ΔE (33.73-34.02 vs 31.06) que la harina de amaranto crudo (HAC) (Cuadro 1). Estos cambios están relacionados con la adición de cal durante ambos procesos y a la aplicación de temperaturas altas que ocasionaron reacciones de caramelización. Las HAN y HAE presentaron menor ($p < 0.05$) valor Hunter L (74.73-74.23 vs 89.44) y mayor ΔE (33.73-34.02 vs 18.19) que la HMN (Cuadro 1). Esto está relacionado con el color de los granos sin procesar; para la elaboración de HMN se utiliza maíz blanco y el amaranto sin procesar tiene un color café suave. El pH de HAN y HAE fue mayor ($p < 0.05$) que el de la HAC, debido a la adición de cal durante ambos procesos. Las harinas de amaranto procesado tuvieron valores de pH (7.3, 7.2) estadísticamente ($p < 0.05$) similares (Cuadro 1). La actividad acuosa de las harinas HAC, HAN,

HAE y HMN se encuentra en el rango (0.37-0.43) (Cuadro 1). En este rango la actividad enzimática, crecimiento de microorganismos y reacciones químicas se llevan a cabo a muy baja velocidad, favoreciendo larga vida de anaquel. Las harinas de amaranto procesado tuvieron menores ($p < 0.05$) valores de índice de absorción de agua (IAA) (2.21-2.36 vs 2.59 g gel/g de muestra seca) que la harina de amaranto sin procesar (Cuadro 1). El IAA de HAN y HAE fue menor ($p < 0.05$) que el de la harina Maseca (2.21-2.36 vs 3.76 g gel/g de muestra seca), y el índice de solubilidad en agua (ISA) de HAN y HAE fue mayor que el de la harina Maseca (8.3-13.0 vs 4.5%) (Cuadro 1). El proceso de nixtamalización no causó cambios significativos ($p < 0.05$) en la digestibilidad proteínica *in vitro* de las proteínas del grano de amaranto; sin embargo; el proceso de extrusión ocasionó un incremento ($p < 0.05$) en este indicador nutricional (83.76 vs 80.68%) (Cuadro 1). Algunos investigadores (Bressani y col. 1984) han reportado, en amaranto sometido a procesamiento hidrotérmico leve, digestibilidades proteínicas *in vitro* promedio de ochenta por ciento, valor similar al encontrado en esta

investigación. La HAE presentó una digestibilidad proteínica *in vitro* mayor ($p < 0.05$) a la HMN (83.76 vs 79.14%), y entre la HAN y la HMN no se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en este parámetro. Durante la producción de harinas instantáneas de amaranto, por las vías de nixtamalización y extrusión, se observó un incremento en el contenido de almidón resistente (AR) (de 1.7 a 2.2-2.3%). Durante el procesamiento térmico de los alimentos se incrementa el contenido de AR formado principalmente por la retrogradación de la amilasa; este fenómeno involucra la formación de estructuras com-puestas por dobles hélices que son reversibles a temperaturas mayores a 120°C (Biliaderis, 1992; Campus-Baypoli y col. 1999). Las harinas HAN y HAE presentaron un mayor contenido ($p < 0.05$) de almidón resistente que la HMN (2.2-2.3 vs 1.6%) (Cuadro 1). Las diferencias en el contenido de almidón resistente entre las harinas de amaranto procesado y la harina Maseca, pueden deberse a las diferencias en el tipo de grano y condiciones de procesamiento empleados para elaborar las harinas.

Cuadro 1. Composición química y propiedades fisicoquímicas, funcionales y nutricionales de harinas de amaranto nixtamalizado y extrudido.

Propiedad ¹	Harina de amaranto			Harina
	Fresco	Nixtamalizado	Extrudido	Maseca
<i>Composición química (%bs)</i>				
Proteína	14.04 ^{ab}	14.11 ^a	13.88 ^b	8.18 ^c
Lípidos	6.51 ^a	6.39 ^a	6.49 ^a	5.37 ^b
Cenizas	3.04 ^c	3.53 ^a	3.37 ^b	1.38 ^d
Carbohidratos	76.41	75.97	76.26	85.07
<i>Fisicoquímica²</i>				
Color				
Valor Hunter L	76.79 ^b	74.63 ^c	74.23 ^c	89.44 ^a
ΔE	31.06 ^a	33.73 ^b	34.02 ^b	18.19 ^c
pH	6.6 ^b	7.3 ^a	7.2 ^a	6.5 ^b
a _w	0.42	0.37	0.38	0.43
<i>Funcional²</i>				
IAA	2.59 ^b	2.36 ^c	2.21 ^d	3.76 ^a
ISA	9.68 ^b	8.30 ^c	13.00 ^a	4.50 ^d
<i>Nutricional</i>				
DPV (%)	80.68 ^b	79.78 ^b	83.76 ^a	79.14 ^b
Almidón resistente (%)	1.7 ^b	2.3 ^a	2.2 ^a	1.6 ^b

¹ Las medias fueron comparadas por renglones usando la prueba de rangos múltiples de Duncan. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes a $p \leq 0.05$. ² ΔE = diferencia total de color; a_w = actividad acuosa, IAA = índice de absorción de agua (g gel / g muestra seca); ISA = índice de solubilidad en agua (% sólidos solubles / g muestra seca). ³ DPV = digestibilidad proteínica *in vitro*

Composición química y propiedades físico-químicas, funcionales y nutricionales de tortillas elaboradas con harinas de amaranto procesado y Maseca

Las tortillas elaboradas con HAN y HAE tuvieron mayores ($p < 0.05$) contenidos de proteína (13.61-14.11 % (bs) vs 7.99 % (bs)), lípidos (5.15-5.40% (bs) vs 3.90%(bs)), minerales (3.36-3.41 % (bs) vs 1.44 % (bs)), ΔE (33.55-33.60 vs 26.06), pH (7.2-71. vs 6.6) y digestibilidad proteínica *in vitro* (80.68-83.76% vs 78.51%), y menores ($p < 0.05$) valores de valor Hunter L (74.98-75.12 vs 82.13) y almidón resistente (2.7-3.0 vs 3.2%) que las tortillas elaboradas con HMN (Cuadro 2). El comportamiento observado en tortillas fue similar al comportamiento en harinas. No se presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en el grado de hinchamiento entre las tortillas elaboradas a partir harinas de amaranto procesado y Maseca. Las tortillas de HAN y HAE presentaron una mejor rolabilidad que las tortillas elaboradas a partir de harina Maseca (1.0 vs 2.0; donde: 1.0 = 0% de rompimiento del área de la tortilla, y 2.0 = 1-25% de rompimiento del área de la tortilla, después de ser enrollada en una varilla de vidrio de 2.54

cm de diámetro). Las tortillas de HAN y HAE presentaron una menor aceptabilidad que las tortillas elaboradas a partir de harina Maseca (3.4-3.5 vs 4.4) (Cuadro 2). La aceptabilidad de las tortillas de harinas de amaranto fue menor debido a que presentaron color más oscuro y, olor, sabor y textura (datos no mostrados) diferentes a las tortillas elaboradas con Maseca, parámetros con los cuales los mexicanos estamos muy identificados, debido a que la tortilla de maíz nixtamalizado es un alimento básico de la población, y el amaranto es un grano que, aunque en tiempos prehispánicos gozó de popularidad, en la actualidad es un grano de bajo consumo, por lo que la población no está identificada con sus características sensoriales. Sin embargo, los resultados de aceptabilidad de las tortillas de harinas de amaranto indican que, a pesar de que son menos aceptables que las tortillas de harina Maseca, éstas no fueron rechazadas por los evaluadores [(un resultado de aceptabilidad = 3 en la escala hedónica, indica que la tortilla ni gusta ni disgusta, y las tortillas de harinas de amaranto presentaron un valor superior a este (3.4 – 3.5)].

Cuadro 2. Composición química y propiedades fisicoquímicas, funcionales y nutricionales de tortillas de harinas de amaranto nixtamalizado y extrudido.

Propiedad ¹	Tortillas de		
	Harina de amaranto nixtamalizado	Harina de amaranto extrudido	Harina Maseca
<i>Composición química(%bs)</i>			
Proteína	13.61 ^b	14.11 ^a	7.99 ^c
Lípidos	5.15 ^b	5.40 ^a	3.90 ^c
Cenizas	3.36 ^a	3.41 ^a	1.44 ^b
Carbohidratos	77.88	77.08	86.67
<i>Fisicoquímica²</i>			
Color			
Valor Hunter L	74.98 ^b	75.12 ^b	82.13 ^a
ΔE	33.55 ^a	33.60 ^a	26.06 ^b
pH	7.2 ^a	7.1 ^a	6.6 ^b
a_w	0.39	0.39	0.41
<i>Nutricional</i>			
DPV (%)	80.68 ^b	83.76 ^a	78.51 ^c
Almidón resistente (%)	3.0 ^b	2.7 ^c	3.2 ^a
<i>Sensorial</i>			
Inchabilidad	3.0 ^a	3.0 ^a	3.0 ^a

Propiedad ¹	Tortillas de		
	Harina de amaranto nixtamalizado	Harina de amaranto extrudido	Harina Maseca
Rolabilidad	1.0 ^b	1.0 ^b	2.0 ^a
Aceptabilidad	3.5 ^b	3.4 ^b	4.4 ^a

¹ Las medias fueron comparadas por renglones usando la prueba de rangos múltiples de Duncan. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes a $p \leq 0.05$. ² ΔE = diferencia total de color; a_w = actividad acuosa. ³ DPV = digestibilidad proteínica *in vitro*.

CONCLUSIONES

Las harinas de amaranto, nixtamalizado y extrudido, así como las tortillas elaboradas a partir de ellas presentaron un mayor ($p < 0.05$) contenido de proteínas, lípidos, minerales, pH, digestibilidad proteínica *in vitro* y almidón resistente que la harina comercial de maíz nixtamalizado (Maseca) y las tortillas elaboradas con ella. Las harinas de amaranto procesado pueden ser utilizadas, solas o en mezclas, para la elaboración de productos, de alto valor nutricional, para consumo humano.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Sinaloa (Convocatoria 2005) y Universidad Autónoma de Sinaloa (Convocatoria 2006 Programa de Fomento y Apoyo a Proyectos de Investigación)

LITERATURA CITADA

AOAC (1999), Official methods of analysis 16th ed. Washington, DC, Association of Official Analytical Chemists.
 Bello-Pérez, L.A.; Osorio-Díaz, P.; Agama-Acevedo, E.; Nuñez-Santiago, C., y Paredes-López, O. (2002), *Agrociencia*, 36: 319-328.
 Biliaderis, C. G. 1992. *Food Technology*, 46(6): 98-109.
 Bressani, R. (1989), *Food Rev. Int.*, 5: 13-38.
 Bressani, R.; González, J.M.; Elías, L.G. (1984), INCAP Program on Amaranth Grain, presentado en: Third Amaranth

Conference, Rodale Press Center, Kutztown, PA, sept., pp: 11-14.
 Bruni, R.; Medici, A.; Guerrini, A.; Scalia, S.; Poli, F.; Muzzoli, M.; Sacchetti, G. (2001), *J. Agric. Food. Chem.*, 49: 5455-5460.
 Campus-Baypoli, O.N.; Rosas-Burgos, E.C.; Torres-Chávez, P.I.; Ramírez-Wong, B. y Serna-Saldívar, S.O. (1999), *Starch/Stärke*, 51:173-177.
 León-Camacho, M.; García-González, D.L.; Aparicio, R. (2001), *Eur. Food. Res. Technol.* 213: 349-355.
 Miettinen, T.A., y Vanhanen, H. 1994. *Am J Clin Nutr*, 59: 356-363.
 Milán-Carrillo, J.; Reyes-Moreno, C.; Armienta-Rodelo, E.; Cárabez-Trejo, A.; Mora-Escobedo, R. (2000), *Lebensm Wiss Technol*, 33(3):117-223.
 Milán-Carrillo, J.; Gutiérrez-Dorado, R.; Cuevas-Rodríguez, E.O.; Garzón-Tiznado, J.A. y Reyes-Moreno, C. (2004), *Plant. Foods. Hum. Nutr.* 59: 35-44.
 Milán-Carrillo, J.; Gutiérrez-Dorado, R.; Perales-Sánchez, J.X.K.; Cuevas-Rodríguez, E.O.; Ramírez-Wong, B. y Reyes-Moreno, C. (2006), *Int. J. Food. Sci. Tech.* 41: 727-736.
 Myers, R.L. (1996), Amaranth: new crop opportunity, en: J. Janick (ed.), *Progress in New Crops*. ASHS Press, Alexandria, VA., pp. 207-220.
 Paredes-López, O.; Barba de la Rosa, A.P.; Hernández-López, D. y Cárabez-Trejo, A. (1990), Amaranth-características alimentarias y aprovechamiento agroindustrial, Organización de los Estados Unidos Americanos, Washington, DC.
 Rao, C.V. y Newmark, H.L. (1998), *Carcinogenesis*, 19: 287-290.

- Singhal, R.S. y Kulkarni, P.R. (1988), *Int. J. Food. Sci. Tech.* 23: 125 – 139.
- Smith, T.J. (2000), *Expert. Opin. Invest. Drugs.* 9: 1841-1848.
- Vargas-López, J.M. (1992), tesis para obtener grado de doctor en Ciencias, CINVESTAV-IPN, Unidad Irapuato.

FITOMINERÍA PARA EXTRACCIÓN DE ORO

Victor Wilson-Corral*¹, Joel López-Pérez², Miguel Arenas-Vargas³ y Chris Anderson⁴

¹Escuela Preparatoria Guasave Diurna, (UAS), Guasave, Sinaloa, México.

²Escuela de Administración Agropecuaria y Desarrollo Rural (ESCAADER-UAS); Guamuchil, Sinaloa, México.

³Universidad Autónoma Metropolitana (Unidad-Xochimilco), México, D.F. ⁴Universidad de Massey, Norte de Palmerston, Nueva Zelandia.

*Reforma N° 935 Norte, entre Callejón del Gas y 5 de Febrero, Colonia Centro, Guasave, Sinaloa, México. C. P. 81030, Apartado Postal N° 251 E-mail: vimawc@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

La minería para extracción de oro produce desechos que contienen, además de cianuro y mercurio, pequeñas concentraciones de oro (Anderson, Brooks *et al.* 2000). Sin embargo, bajo condiciones naturales, el oro es un metal que tiene baja solubilidad. Esto reduce su biodisponibilidad y representa un factor crítico para su fitoextracción (Gardea-Torresdey, Rodriguez *et al.* 2005). Ciertas especies de plantas han sido propuestas para la recuperación de metales preciosos como una alternativa adecuada y sostenible, para las tecnologías de minería (Anderson, Brooks *et al.* 1998; Gardea-Torresdey, Tiemann *et al.* 1998). Esta técnica para la extracción de metales nobles se conoce como fitominería y se basa en el uso de plantas hiperacumuladoras para extraer y concentrar un metal (Anderson, Brooks *et al.* 1999). Las plantas hiperacumuladoras (Brooks, Lee *et al.* 1977) son aquellas capaces de almacenar más de cien veces la cantidad de metal acumulado por el resto de las plantas que se encuentran en el mismo ambiente y que no son hiperacumuladoras (Anderson, Brooks *et al.* 1998). Sin embargo, ningún estudio ha sido desarrollado con el propósito de identificar, en México, sitios potencialmente explotables mediante la fitominería para extracción de oro. Con respecto a las especies de plantas con potencial para ser usadas en la fitominería para extracción de oro, solamente una especie, adaptada a climas cálidos, ha sido identificada como potencial hiperacumulador de oro. Por lo que se propone que, debido a los parámetros de eficiencia con los que ha

operado la tecnología de explotación minera, existen sitios potencialmente explotables mediante la aplicación de la fitominería. Además, por su rápido crecimiento, el rendimiento de biomasa y su resistencia a la salinidad y la sequía, algunas especies vegetales que se desarrollan en el noroeste de México podrían tener algún potencial para ser usadas con propósitos de fitominería para extracción de oro. Finalmente, se estima que, la adición de proporciones adecuadas al sustrato de cultivo, induce incrementos en el rendimiento de biomasa de las plantas cultivadas en desechos de minas, con lo cual se inducen incrementos en el rendimiento en extracción de oro. Por lo que, los objetivos de este trabajo de investigación fueron: a) Medir el nivel medio de concentración de oro en las presas de desechos de minas del estado de Sinaloa, México. b) Evaluar el potencial de tres especies de plantas que se desarrollan en climas cálidos, aún no experimentadas, para ser usadas con propósitos de fitominería para extracción de oro. c) Comparar el rendimiento de biomasa seca de las especies *B. juncea* y *B. campestris*; y d) Comparar los rendimientos en extracción de oro en las especies *B. juncea* y *B. campestris*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Experimento 1: Para determinar el nivel de concentración de oro en las presas de desechos de minas, fueron seleccionados cuatro sitios ubicados en el estado de Sinaloa, México. Los sitios estudiados fueron las presas de desechos de la mina El Magistral, El Mineral de Nuestra Señora de la Candelaria, Palmarito

Mineral y la Verde. Ocho muestras obtenidas en cada sitio, fueron ensayadas por fuego (Haffty, Riley *et al.* 1977) y luego analizadas por espectrometría de absorción atómica en un equipo Perkin Elmer AAnalyst 200.

Experimento 2: Con el propósito de evaluar el potencial de tres especies de plantas para ser usadas con propósitos de fitominería para extracción de oro, dos sustratos auríferos fueron preparados. El primero, consistió en arena sílica con 3.8 partes por millón (ppm) de oro. El segundo, consistió en desechos provenientes de la mina El Magistral con 2.47 ppm. Vermicomposta, en una proporción del 3 %, fue mezclada al sustrato de cultivo del 33 % de las plantas de cada especie cultivada. Las especies estudiadas fueron: *Amaranthus spp* (bledo), *Sorghum halepense* (zacate Johnson) y *Sesamum indicum* (ajonjolí). Cuatro semanas después de la siembra, se realizó el transplante en sustratos previamente preparados. Cuatro semanas después del transplante, se aplicó, al sustrato de cultivo, una solución a base de tiocianato de amonio (NH_4SCN), en una proporción de 0.1 g/Kg de sustrato y peróxido de hidrógeno (H_2O_2) en una concentración del 2.7%. Dos semanas después del tratamiento las plantas fueron cosechadas y preparadas en el laboratorio para ser analizadas por espectrometría de absorción atómica.

Experimento 3: Para medir el rendimiento de biomasa seca y extracción de oro de dos brassicáceas, se realizó un cultivo de plantas en desechos provenientes de la mina El Magistral. Estos desechos contenían oro en una concentración media de oro de 2.47 ppm y un pH de 7.6. Las especies cultivadas fueron: *B. juncea* y *B. campestris*. Una superficie de 225 m² fue preparada para cultivo. La mitad de la superficie, fue sembrada con la especie *B. juncea*, la segunda mitad, se sembró con *B. campestris*. La mitad de la superficie sembrada con cada especie fue tratada con vermicomposta, en una proporción de 1 ton/ha, con el propósito de evaluar su potencial para inducir incrementos en el rendimiento de biomasa seca en las plantas cultivadas Dosis de

fertilizantes químicos: Nitrógeno (31-00-06), Fósforo (18-46-00) y Potasio (00-00-50-18S) fueron aplicadas al sustrato, inmediatamente después de la siembra. Once semanas después de la siembra, la mitad de la superficie sembrada con cada especie, fue tratada una mezcla de tiocianato de amonio, en una dosis de 0.2 g/kg de sustrato y peróxido de hidrógeno en una concentración del 2.7%. Doce días después, las plantas fueron cosechadas. Una muestra de cien gramos de planta fue colectada en cada tratamiento. Las muestras, secadas a 70° C durante doce horas, fueron preparadas en el laboratorio (Msuya, Brooks *et al.* 2000) para luego ser analizadas por espectrometría de absorción atómica. Con el propósito de confirmar la seguridad de los análisis practicados, muestras de cada uno de los tratamientos correspondientes a las dos especies estudiadas fueron enviados al laboratorio del Instituto de Recursos Naturales de la Universidad de Massey, en Nueva Zelanda, para ser ensayadas (Anderson, Moreno *et al.* 2005) y analizadas mediante espectrometría de absorción atómica.

RESULTADOS

Los Resultados mostraron que la presa de desechos de la mina El Magistral tiene la mayor concentración media de oro (2.47 g/ton) alojado en sus desechos, como se muestra en el cuadro 1 del anexo 1.

Por otra parte, se determinaron los niveles de extracción de oro registrados en tres nuevas especies experimentadas en invernadero. Los máximos niveles de extracción de oro correspondieron a la especie *S. indicum* con 224.41 mg/kg, (Cuadro 2, Anexo 1) cultivada en arena sílica y 54.98 mg/kg (Cuadro 3, Anexo 1) cultivada en desechos de minas.

Asimismo, para el caso de plantas que fueron cultivadas en invernadero, se determinaron los niveles de extracción media de oro logrados con cada tratamiento y se calculó el rendimiento en extracción de oro esperado

para cada especie, multiplicando su rendimiento en biomasa por el correspondiente nivel de extracción media de oro alcanzado. Los resultados obtenidos se muestran en los cuadros 2 y 3 del anexo 1.

Por otra parte, el rendimiento de biomasa seca, para dos tratamientos aplicados a cada una de las especies cultivadas en la prueba de campo realizada, también fue calculado. Esto se logró dividiendo la biomasa cosechada en cada tratamiento por la correspondiente superficie sembrada. Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 4 del anexo 1.

Finalmente, se calculó el rendimiento en extracción de oro producido en cada tratamiento, para cada una de las dos especies de plantas estudiadas. Esto se calculó multiplicando la extracción media de oro lograda en cada tratamiento por su respectivo rendimiento en biomasa seca. El valor máximo registrado correspondió a la especie *B. juncea* cultivada en presencia de vermicomposta y tratada con tiocianato de amonio. Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 5 del anexo 1.

DISCUSIÓN

La máxima concentración media de oro en desechos (2.47 mg/kg) corresponde a la presa de desechos de la mina El Magistral. Los valores encontrados en relación a la concentración media de oro en tres de los sitios estudiados (El Magistral, El Mineral de Nuestra Señora de la Candelaria y Palmarito Mineral), se encuentran dentro del rango de valores de la concentración media de oro, determinados por otros investigadores, en minas de oro en Australia y Sudáfrica, quien ha sido el principal productor de oro en el mundo desde hace más de setenta años (Anderson 2005). Este rango se localiza entre 0.1 y 3.0 mg/kg.

Con respecto a las pruebas de invernadero, las extracciones de oro registradas por las especies cultivadas en arena sílica con 3.8 ppm de oro, el valor máximo correspondió a la especie *S. indicum*, con un valor de 224.41 Este

valor también es superior a los reportados por Msuya *et al.* (2000) donde el valor máximo reportado, alcanzó los 207 mg/kg en la especie *Daucus carota*. En el tratamiento a base de tiocianato y vermicomposta en arena sílica, también la especie *S. indicum* registró las máximas extracciones (95 mg/kg).

En relación a la prueba de campo con brassicáceas cultivadas en desechos de la mina El Magistral, la máxima extracción de oro se registró en la especie *S. indicum* cultivada en un sustrato tratado con tiocianato de amonio con un valor de 54.96 mg/kg. Este valor supera el reportado para pruebas de campo por Anderson, Brooks *et al.* (2005) que para *B. juncea* que fue de 39 mg/kg.

En relación con los índices de germinación registrados en las especies *B. juncea* y *B. campestris*, pudo observarse que durante las primeras 96 horas de germinación, la especie *B. campestris* alcanzó un índice de germinación del 53% en tanto que la especie *B. juncea* registró un índice del 13%. La especie *Chilopsis linearis* (Rodríguez, Parsons *et al.* 2007) en el mismo período de cultivo, registró un índice de germinación del 41%. *B. campestris* registró un índice de germinación superior en un 29 % respecto a *C. linearis*.

El mayor rendimiento de biomasa se registró en la especie *B. juncea* con 8.33 ton/ha. Esto ocurrió en el tratamiento a base de tiocianato de amonio y vermicomposta. Esto representa un incremento del 3.86% en el rendimiento de biomasa con respecto al tratamiento que no involucró el uso de vermicomposta. Los rendimientos de biomasa registrados por la especie *B. campestris*, en los dos tratamientos aplicados, fueron inferiores que los registrados en la especie *B. juncea*. Además, para cada especie, los rendimientos en biomasa seca, registrados para cada tratamiento en el que aplicó vermicomposta, superaron los rendimientos en biomasa seca registrados en los tratamientos en los que la vermicomposta no fue aplicada. Los rendimientos de biomasa en pruebas de campo realizadas con la especie *Brassica juncea*, en Brasil durante el año 2003 fueron de 5.55

ton/ha (Anderson, Moreno *et al.* 2005). Esto significa que *B. juncea*, tratada con tiocianato de amonio y vermicomposta, registró rendimientos de biomasa superior en un cincuenta por ciento al que se reportó para la misma especie usando solo tiocianato. Por otra parte, en las pruebas de campo, la mayor extracción promedio de oro se registró en la especie *B. juncea* (24.12 mg/Kg) y ocurrió en el tratamiento con tiocianato y vermicomposta lo cual induce los máximos rendimientos alcanzados en esta prueba de campo con 201 g/ton. *B. campestris*, en ambos tratamientos obtuvo valores mas bajos que *B. juncea*. En las pruebas de campo reportadas por Anderson, Moreno *et al.* (2005) la especie *B. juncea* registró extracciones de 3.67 mg/kg, lo cual induce rendimientos, en oro, de 29 g/ton. Esto significa haber incrementado los niveles promedio de extracción de oro en un 593 %.

CONCLUSIONES

1. Con la tecnología actual y por los niveles de concentración de oro encontrados, los desechos localizados en la mina El Magistral, cuya concentración media es de 2.47 mg/kg, pueden ser los más adecuados para la extracción de oro usando la fitominería.
2. Los rendimientos en extracción de oro alcanzados en las pruebas de invernadero, sugieren que las especies *Amaranthus spp.* y *S. indicum* podrían ser viables para realizar futuras pruebas en el campo, cultivándose en desechos de la actividad minera.
3. La especie *B. campestris*, es una especie de planta en la que se puede inducir la hiperacumulación de oro. Esto no había sido reportado anteriormente.
4. La adición de proporciones adecuadas de vermicomposta al sustrato de cultivo de las plantas, parece inducir incrementos en los rendimientos de biomasa seca.
5. La especie *B. juncea* parece tener mayor potencial para ser usada en la fitoextracción de oro, con respecto a la especie *B. campestris*.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el soporte financiero otorgado por el Programa de Fomento y Apoyo a Proyectos de Investigación (PROFAPI), con clave PI-PROFAPI-06-022, de la Coordinación General de Investigación y Postgrado (CGIP) de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS). Asimismo, agradecen al geólogo Ross D. Zawada, gerente de la Compañía Minera Pangea S. A. de C. V. durante el año 2006; a la sra. Euridice Salomé González Robles, gerente de la empresa durante el año 2007 y al químico Felipe Carrillo Cueva, jefe de Laboratorio, por las facilidades concedidas para el desarrollo de esta investigación en las instalaciones de la mina.

LITERATURA CITADA

- Anderson, C. (2005), Analytical procedure, *in* Massey University, Institute of Natural Resources, ed., Palmerston North, Personal Communication.
- Anderson, C.; R. R. Brooks and R. B. Stewart (2000), Phytomining: a new method of mining using plants, *Chemistry in New Zealand*, v. 81, p. 16-22.
- Anderson, C.; R. R. Brooks; R. B.; Stewart and R. Simcock (1998); Harvesting a crop of gold in plants, *Nature*, v. 395, pp. 553-554.
- Anderson, C.; F. Moreno and J. Meech (2005), A field demonstration of gold phytoextraction technology, *Minerals Engineering*, v. 18, pp. 385-392.
- Brooks, R. R.; J. Lee; R. D. Reeves and T. Jaffre 1977, Detection of nickeliferous rocks by analysis of herbarium specimens of indicator plants, *Journal of Geochemical Exploration*, v. 7, pp. 49-57.
- Finol Martínez, E. A. (2001), Efecto del déficit de humedad del suelo sobre el desarrollo del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.), *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*, v. 18, pp. 1-12.
- Gardea-Torresdey, J. L.; E. Rodriguez; J. G. Parsons; J. R. Peralta-Videa; G. Meitzner, and G. Cruz-Jimenez (2005), Use of ICP and

- XAS to determine the enhancement of gold phytoextraction by *Chilopsis linearis* using thiocyanate as a complexing agent, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, v. 382, pp. 347-352.
- Haffty, J.; L. B. Riley; and W. B. Goss (1977), *A manual of fire assaying and determination of the noble metals in geological materials*, Reno, Nevada, Legend Inc., p. 58.
- Matteucci, S. D. (1998), *Potencial productivo del amaranto en la pampa ondulada, Argentina, Comportamiento de seis germoplasmas*, *Revista de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia*, v. 15, pp. 560-570.
- Msuya, F. A.; R. R. Brooks and C. Anderson (2000), *Chemically-induced uptake of gold by root crops: its significance for phytomining*: *Gold Bulletin*, v. 33, pp. 134-137.
- Puricelli, E. C. (1993), *Influencia del espaciamiento entre filas y de la competencia de sorgo de alepo sobre el rendimiento de soja tardía*, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 28, pp. 1319-1326.
- Rodriguez, E.; J. G. Parsons; J. R. Peralta-Videa; G. Cruz-Jimenez; J. Romero-Gonzalez; B. E. Sanchez-Salcido; G. B. Saupe; M. Duarte-Gardea and J. L. Gardea-Torresdey (2007), *Potential of *Chilopsis linearis* for gold phytomining: using xas to determine gold reduction and nanoparticle formation within plant tissues*: *International Journal of Phytoremediation*, v. 9, pp. 133-147.

Anexo 1

Cuadro 1. Concentración media de oro en presas de desechos de cuatro minas.

Mina	Concentración media de oro (mg/kg)	Desv. Est.	Volumen de desechos (ton)	Volumen de oro (g)	Valor económico (Dólares americanos)
El Magistral	2.47	0.42	150 000 ^a	370 500	8' 100 416
EMNSC	0.32	0.07	5 000 000 ^b	1 600 000	34' 981 557
Palmarito Mineral	0.19	0.12	200 000 ^c	380 000	2' 769 373
La Verde	0.09	0.07	1 000 000 ^d	90 000	1' 967 712

Nota: ^a Dato proporcionado por la Administración de la Cía. Minera Pangea S. A. de C. V. ^b Dato proporcionado por la Dirección de Construcción y Mantenimiento (DCM) de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS). ^c Dato estimado. ^d Dato proporcionado por la Administración de la Cía. Minera Real de Cosalá S. A. de C. V. El precio del oro considerado fue de \$ 680.03/onza, calculado para la primera semana del mes de septiembre del año 2007 (<http://www.kitco.com/>. 07 de septiembre de 2007).

Cuadro 2. Rendimiento en oro de tres especies de plantas cultivadas en arena sílica.

Especie y Tratamiento	n	Extracción media de oro (mg/Kg)	Desv- Est.	Extracción máxima (mg/Kg)	Rendimiento en biomasa (ton/ha)	Rendimiento en oro (g/ha)
NH₄SCN						
<i>Amaranthus spp.</i>	5	71.36	0.14	121.60	17.029 ^Ø	1214
<i>S. halepense</i>	5	91.05	37.07	126.92	5.000 ^Ω	455
<i>S. indicum</i>	5	182.06	99.98	224.41	4.880 ^Љ	888
NH₄SCN + Vermicomposta						
<i>Amaranthus spp.</i>	4	13.58	7.80	21.85	17.029	231.25
<i>S. halepense</i>	5	39.90	4.24	45.60	5.000	200
<i>S. indicum</i>	5	67.30	20.91	95.00	4.880	328

Nota: ^ØFuente: Mateucci (1998); ^ΩFuente: Puricelli (1993); ^ЉFuente: Finol Martínez (2001)

Cuadro 3. Rendimiento en oro de tres especies de plantas cultivadas en desechos de minas.

Especie y tratamiento	n	Extracción media de oro (mg/Kg)	Desv. Est.	Extracción máxima (mg/Kg)	Rendimiento en biomasa (ton/ha)	Rendimiento en oro (g/ha)
NH₄SCN						
<i>Amaranthus spp.</i>	5	4.14	1.84	2.47	17.029	71
<i>S. halepense</i>	2	7.72	2.05	10.64	5.000	39
<i>S. indicum</i>	5	29.74	15.70	54.96	4.880	145
NH₄SCN + Vermicomposta						
<i>Amaranthus spp.</i>	3	1.16	0.49	1.52	17.029	52
<i>S. halepense</i>	4	2.42	1.62	3.80	5.000	12
<i>S. indicum</i>	2	1.84	0.87	1.98	4.880	9

Cuadro 4. Rendimiento de biomasa por tratamiento en dos Brassicaceas.

Tratamiento	Planta	Biomasa cosechada (Kg)	Rendimiento de biomasa (ton/ha)
NH ₄ SCN	<i>B. juncea</i>	39.11	8.02
	<i>B. campestris</i>	34.17	7.00
NH ₄ SCN + vermicomposta	<i>B. juncea</i>	40.62	8.33
	<i>B. campestris</i>	35.77	7.33

Nota. La superficie sembrada en cada tratamiento fue de 48.75 m²

Cuadro 5. Extracción de oro con dos tratamientos aplicados en dos brassicaceas.

Tratamiento	Planta	Oro en la biomasa (mg/Kg)	Rendimiento de biomasa (ton/ha)	Rendimiento en oro (g/ha)
NH ₄ SCN	<i>B. juncea</i>	14.20	8.02	114
	<i>B. campestris</i>	10.66	7.00	75
NH ₄ SCN + vermicomposta	<i>B. juncea</i>	24.12	8.33	201
	<i>B. campestris</i>	3.23	7.33	24

IDENTIFICACIÓN DE PROTEÍNAS ASOCIADAS CON EL CONTENIDO DE LISINA EN EL ENDOSPERMO DE MAÍZ

José A. López Valenzuela^{1*}, Nancy Y. Salazar Salas¹, Marilyn Lavín Arámburo¹, Jeanett Chávez Ontiveros¹, Cuauhtémoc Reyes Moreno¹, Brian A. Larkins². ¹Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa, Cd Universitaria, Culiacán, Sin., México 80000. Tel/fax: (667) 713-6615. ²Dept. of Plant Science, Univ. of Arizona, Tucson, AZ, USA 85721. *jalopez@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

La mutación *opaco2* (*o2*) en maíz (*Zea mays* L) casi duplica el contenido de lisina del endospermo comparado con el maíz normal (Mertz y col. 1964), mejorando la calidad proteínica del grano. El gen *O2* codifica un activador transcripcional que regula la expresión de varios genes, principalmente los de α -zeínas (Kodrzycki y col, 1989; Schmidt y col, 1990). La mutación *o2* típicamente reduce el contenido de α -zeínas en un 50% e incrementa la síntesis de varias proteínas que contienen lisina (Damerval y Le Guilloux, 1998; Habben y col. 1993). Ambos efectos contribuyen al incremento del contenido de lisina en el endospermo de maíz (Moro y col, 1996), pero se desconocen los mecanismos responsables del incremento en el contenido de proteínas que contienen lisina.

Habben y col. (1993) investigaron el origen de las proteínas que contienen lisina en el endospermo de maíz, encontrando que el factor de elongación 1A (eEF1A), un factor de síntesis de proteínas, se incrementó considerablemente en *o2* con respecto a su contraparte normal. El análisis de un gran número de líneas puras normales y *o2* con una amplia variabilidad en lisina y eEF1A, mostró que la concentración de esta proteína presenta una alta correlación ($r = 0.9$) con el contenido de lisina en el endospermo (Habben y col, 1995; Moro y col, 1996). eEF1A contiene 11% de lisina, pero esta proteína solamente proporciona el 2.3% del total de lisina en el endospermo de W64A*o2* (Sun y col, 1997), sugiriendo que existe una relación estequiométrica entre eEF1A y otras proteínas abundantes que contribuyen al contenido de lisina en el grano.

El objetivo del presente trabajo fue identificar proteínas expresadas en paralelo con eEF1A y que están asociadas con el contenido de lisina en el endospermo de maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Se utilizaron las líneas puras Oh51A*o2* (alto contenido de eEF1A) y Oh545*o2* (bajo eEF1A), así como 40 líneas recombinantes puras (RIL) derivadas de su cruce y contrastantes en el contenido de eEF1A. Estas líneas fueron cultivadas en el Centro Agrícola de la Universidad de Arizona, Tucson, Arizona, EUA.

Extracción y cuantificación de proteínas

La extracción de proteínas se realizó como se describe por Wallace y col (1990). La proteína total se obtuvo mezclando 50 mg de harina de endospermo con 1 mL de amortiguador de boratos [$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 12.5 mM, pH 10, SDS 1% (p/v), 2-mercaptoetanol 2% (v/v)] e incubando por 2 h a 37°C. Después de centrifugar, el sobrenadante se ajustó a un 70% de etanol y se incubó por 2 h a 37°C, seguido de una centrifugación para separar las proteínas en zeínas (sobrenadante) y no zeínas (precipitado). Las zeínas (extracto de 15 mg de harina) se recuperaron por centrifugación con vacío y se resuspendieron en 100 μL de agua destilada. Las no zeínas se resuspendieron en 100 μL de urea 8 M. La concentración de zeínas y no zeínas se determinó utilizando el método del ácido bicinónico (BCA, Brown y col, 1989) y el método de Bradford (1976), respectivamente. El contenido relativo de α -zeína 19 kDa se estimó por densitometría

después de su separación por SDS-PAGE (Laemmli, 1970) en geles al 15% (p/v).

Contenido de eEF1A

Se determinó mediante un ensayo de ELISA de acuerdo con López-Valenzuela y col. (2004). El extracto de proteína total se diluyó 1000 veces con amortiguador de carbonatos (CCB; Na₂CO₃/NaHCO₃, 0.1M, pH 9.6) y se realizaron cuatro diluciones triples en pozos adyacentes. Se utilizaron anticuerpos policlonales de conejo contra eEF1A diluidos 1:1000 en PBST (Fosfatos 0.05M, NaCl 145 mM, Tween 20 0.05% [v/v], pH 7.4). La detección se realizó con anticuerpos secundarios conjugados con fosfatasa alcalina. Se midió la absorbancia a 415 nm en un lector de ELISA 680 (BioRad, Hercules, CA). Los resultados fueron normalizados a los valores de Oh545o2.

Separación bidimensional de proteínas

Para la separación por isoelectroenfoque, aproximadamente 75 µg de zeínas y 200 µg de no zeínas se resuspendieron en 125 µL de amortiguador de rehidratación (Urea 8M, CHAPS 2%, DTT 50 mM, Anfolitas 0.2%, azul de bromofenol 0.001%) y se separaron en geles de pH immobilizado (7 cm) con un sistema Protean IEF (Bio-Rad, Hercules, CA). Para la segunda dimensión las proteínas se equilibraron con amortiguador de carga (Tris-HCl 375 mM pH 8.8, Urea 6 M, SDS 2%, DTT 2%) y se separaron por SDS-PAGE en geles al 15% (zeínas) y 12.5% (no zeínas). Las proteínas se tiñeron con azul de Coomassie. Las diferencias cuali y cuantitativas se analizaron con el programa PD Quest (Bio-Rad, Hercules, CA).

Identificación de proteínas

Las proteínas expresadas diferencialmente entre las muestras se identificaron por espectrometría de masas MALDI-TOF (matrix assisted laser desorption ionization time-of-

flight). Las proteínas se removieron de los geles SDS-PAGE y se digirieron con tripsina. Los péptidos se purificaron con resina fase reversa C-18 contenida en puntas de micropipeta (Millipore). Los péptidos purificados se colocaron en la placa de MALDI y se mezclaron con un derivado del ácido hidroxicinámico. El espectro de masas (MS) se adquirió en un espectrómetro de masas Reflex III (Bruker Daltonics, Billerica, MA). Los mapas de péptidos se compararon en contra de bases de datos de proteínas con el programa ProFound (<http://prowl.rockefeller.edu>).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esencialmente toda la lisina asociada a proteínas se encuentra en las no zeínas y por lo tanto la variación en el contenido de esta fracción, así como la concentración de lisina presente en ella, afecta el contenido de lisina en el endospermo. Estudios previos han demostrado una alta correlación entre la cantidad de no zeínas y lisina en el endospermo de maíz (Moro y col, 1996). Sin embargo, resulta muy interesante que una sola proteína, eEF1A, predice de forma similar el contenido de lisina (Habben y col, 1995).

En la Figura 1A se muestra la relación entre la concentración relativa de eEF1A y contenido de no zeínas en el endospermo de 40 RIL, donde se puede observar una correlación significativa ($r=0.9$, $p<0.001$) entre estos dos caracteres, lo cual es consistente con lo anteriormente discutido. A diferencia de estudios anteriores, en el presente trabajo se utilizaron líneas genéticamente relacionadas dado que todas provienen de la cruce entre Oh545o2 y Oh51Ao2, dos líneas de maíz contrastantes en estos caracteres.

En la Figura 1B se muestra la relación entre la concentración relativa de eEF1A y el contenido de α -zeínas 19 kDa en el endospermo de las 40 RIL, donde se observa una correlación muy significativa ($r=0.93$, $p<0.001$) entre estos dos caracteres.

También se separaron bidimensionalmente proteínas de las líneas parentales y dos RIL

contrastantes en el contenido de eEF1A (Fig 2). El análisis de los mapas detectó varios polipéptidos expresados coordinadamente con eEF1A (Fig 2), algunos de los cuales fueron identificados por espectrometría de masas como proteínas de choque térmico y proteínas ribosomales (Cuadro 1). Estas proteínas participan en respuestas a estrés y síntesis de proteínas.

Una explicación de la relación entre eEF1A y el contenido de lisina en el endospermo es que eEF1A forma parte de la red del citoesqueleto que rodea al RER (Durso y Cyr 1994), particularmente en sitios donde los cuerpos proteínicos se están formando (Clare y col., 1996). Otras proteínas ricas en lisina que existen en asociación con esta red podrían incrementarse como consecuencia de una mayor área superficial de los cuerpos proteínicos (Sun y col., 1997). Oh51A02 tiene más α -zeínas y también parece tener mayor cantidad de cuerpos

proteínicos pequeños (RER de mayor área superficial) que Oh54502 (Wang y col., 2001), lo cual resulta en una red de citoesqueleto asociada al RER más extensa. Consistente con esta hipótesis, los niveles de no zeínas y α -zeínas correspondieron bien con los de eEF1A en RIL con contenidos altos y bajos de esta proteína (Fig. 1). Además, la separación bidimensional combinado con espectrometría de masas indicaron que algunas proteínas asociadas al RER son expresadas diferencialmente en genotipos con alto y bajo contenido de eEF1A (Fig. 2, Cuadro 1). Esto podría explicar gran parte del alto contenido de eEF1A en la línea Oh51A02 y sus líneas relacionadas. Se requieren estudios adicionales para examinar posibles diferencias ultraestructurales en tamaño y número de cuerpos proteínicos y desarrollo del RE en líneas con diferentes niveles de eEF1A.

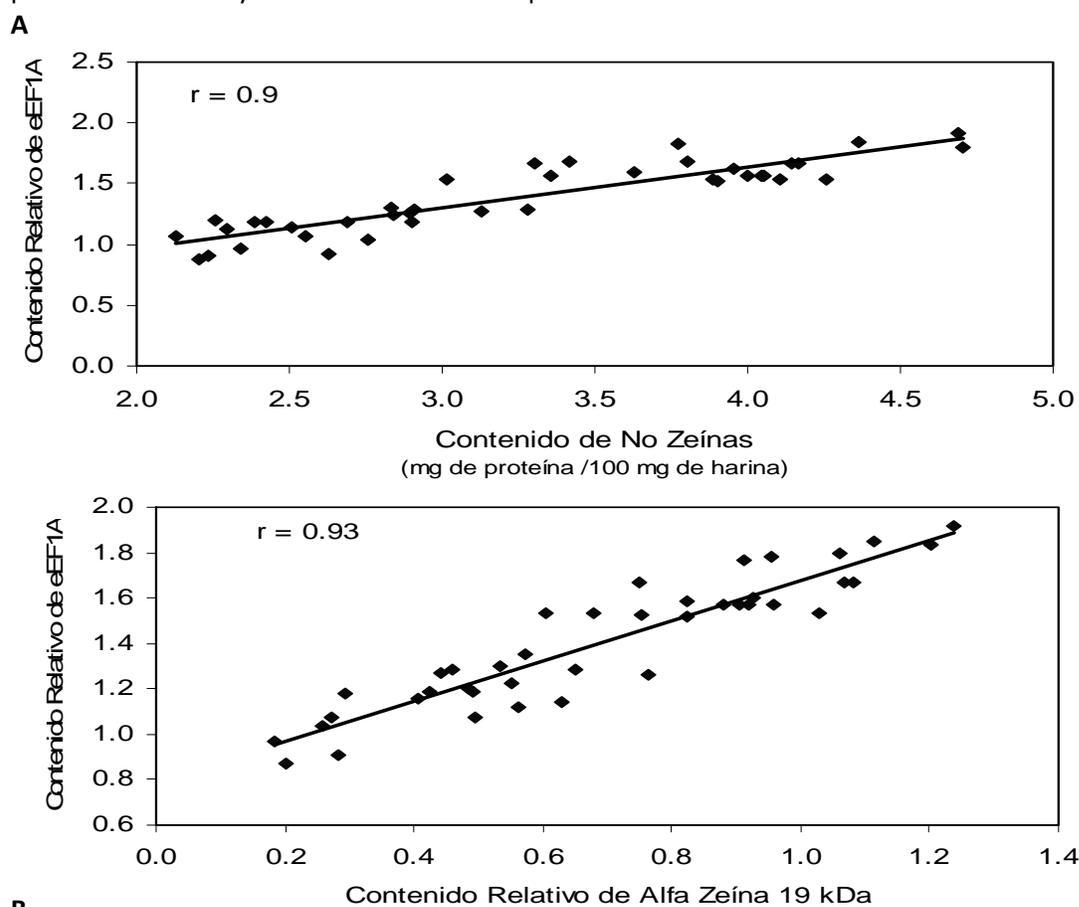


Figura 1. Relación entre el contenido de eEF1A y No zeínas (A) y entre el contenido de eEF1A y α -zeína 19 kDa (B) en el endospermo de 40 líneas de maíz derivadas de la cruce entre Oh54502 y Oh51A02.

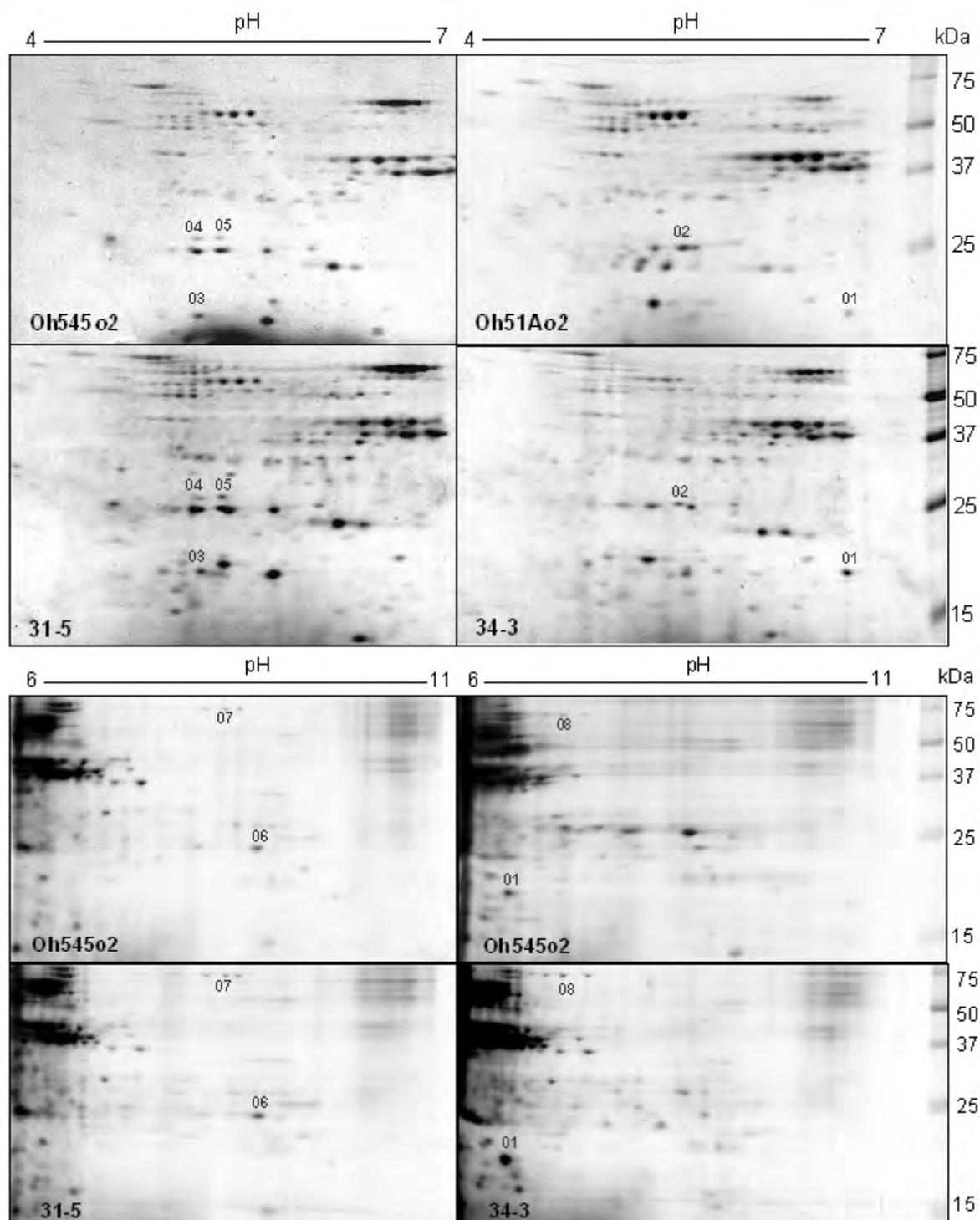


Figura 2. Mapas bidimensionales de proteínas extraídas del endospermo de líneas de maíz contrastantes en el contenido de eEF1A. Oh545o2 y 31-5 son líneas con bajo contenido de eEF1A, mientras que Oh51Ao2 y 34-3 son altas en eEF1A. El rango de pH en la primera dimensión se indica en la parte superior de los mapas y los marcadores de tamaño molecular a la derecha.

Cuadro 1. Identidad de algunas de las proteínas numeradas en la figura 2.

No	Proteína identificada
01	gi 75281927 Proteína de choque térmico de 18.6 kDa
02	gi 25987077 Proteína de choque térmico de bajo peso molecular de cloroplasto HSP26.7
06	gi 56180994 Proteína ribosomal S3
07	UP Q8GTB0_ORYSA Probable proteína de choque térmico de 70 kDa
08	UP Q8GTB0_ORYSA Probable proteína de choque térmico de 70 kDa

CONCLUSIONES

El incremento en los niveles de eEF1A en mutantes *o2* parece estar relacionado con una red más amplia del citoesqueleto que rodea los cuerpos proteínicos, así como una mayor síntesis de proteínas asociadas al citoesqueleto. Estas proteínas generalmente son ricas en lisina, contribuyendo sustancialmente al contenido de este aminoácido esencial en el endospermo, con la consecuente mejora de la calidad proteínica.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (44092) y la Universidad Autónoma de Sinaloa (PROFAPI-06-77).

LITERATURA CITADA

Bradford, M.M. (1976), A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of proteins utilizing the principle of protein dye binding, *Anal. Biochem.* 72:248-254.

Brown, R.E.; Jarvis, K.L.; Hyland, K.J. (1989), Protein measurement using bicinchoninic acid: elimination of interfering substances, *Anal Biochem.* 180: 136-139.

Clore, A.M.; Dannenhoffer, J.M.; Larkins, B.A. (1996), EF-1 alpha is associated with a cytoskeletal network surrounding protein bodies in maize endosperm cells, *Plant.Cell.* 8: 2003-2014

Damerval, C.; Le, Guilloux, M. (1998), Characterization of novel proteins affected by the *o2* mutation and expressed during maize endosperm development, *Mol. Gen. Genet.* 257: 354-361.

Durso, N.A.; Cyr, R.J. (1994), Beyond translation - elongation factor-1 alpha and the cytoskeleton, *Protoplasma*, 180: 99-105.

Habben, J.E.; Kirleis, A.W.; Larkins, B.A. (1993), The origin of lysine-containing proteins in opaque-2 maize endosperm, *Plant. Mol. Biol.* 23: 825-838.

Habben, J.E.; Moro, G.L.; Hunter, B.G.; Hamaker, B.R.; Larkins, B.A. (1995), Elongation factor 1-alpha concentration is highly correlated with the lysine content of maize endosperm, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 92: 8640-8644.

Kodrzycki, R.; Boston, R.S.; Larkins, B.A. (1989), The opaque-2 mutation of maize differentially reduces zein gene transcription, *Plant. Cell.* 1: 105-114.

Laemmli, UK. (1970), Cleavage of structural proteins during assembly of the head of bacteriophage T4, *Nature*, 227: 680-685.

Lopez-Valenzuela, J.A.; Gibbon, B.C.; Holding, D.R.; Larkins, B.A. (2004), Cytoskeletal proteins are coordinately increased in maize genotypes with high levels of eEF1A, *Plant. Physiol.* 135: 1784-1797.

Mertz, E.T.; Bates, L.S.; Nelson, O.E. (1964), Mutant gene that changes the protein composition and increases the lysine content of maize endosperm, *Science*, 145:279-280.

Moro, G.L.; Habben, J.E.; Hamaker, B.R.; Larkins, B.A. (1996), Characterization of the variability in lysine content for normal and opaque2 maize endosperm, *Crop. Sci.* 36: 1651-1659.

Schmidt, R.J.; Burr, F.A.; Aukerman, M.J.; Burr, B. (1990), Maize regulatory gene Opaque-2

encodes a protein with a "leucine-zipper" motif that binds to zein DNA, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 87: 46-50.

Sun, Y.; Carneiro, N.; Clore, A.M.; Moro, G.L.; Habben, J.E.; Larkins, B.A. (1997), Characterization of maize elongation factor 1A and its relationship to protein quality in the endosperm, *Plant. Physiol.* 115: 1101-1107.

Wallace, J.C.; Lopes, M.A.; Paiva, E.; Larkins, B.A. (1990), New methods for extraction and quantitation of zeins reveal a high content of gamma-zein in modified opaque-2 maize, *Plant. Physiol.* 92: 191-196.

Wang, X.; Woo, Y.M.; Kim, C.S.; Larkins, B.A. (2001), Quantitative trait locus mapping of loci influencing elongation factor 1alpha content in maize endosperm, *Plant. Physiol.* 125: 1271-1282.

IDENTIFICACIÓN DE PROTEÍNAS QUE AFECTAN LA ACUMULACIÓN DE AMINOÁCIDOS LIBRES EN EL ENDOSPERMO DE MAÍZ

José A. López Valenzuela^{1*}, Marilyn Lavín Arámburo¹, Karen V. Pineda Hidalgo¹, Jeanett Chávez Ontiveros¹, Cuauhtémoc Reyes Moreno¹, Dalia I. Sánchez Machado², Jaime López Cervantes². ¹Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sin., México. 80000. ²Depto de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. *jalopez@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

El maíz constituye la base de la alimentación en países en desarrollo como México, pero al igual que otros cereales, la calidad de sus proteínas es pobre debido a que las más abundantes en el grano, prolaminas o zeínas, son deficientes en algunos aminoácidos esenciales, especialmente lisina y triptófano (Yau y col., 1999). La mutación *opaco2* (*o2*) casi duplica el contenido de lisina del endospermo de maíz mejorando la calidad de sus proteínas (Mertz y col., 1964), pero su pobre desempeño agronómico limitó su uso en programas de fitomejoramiento. El desarrollo del maíz de calidad proteínica (MCP), el cual combina la calidad nutricional de *o2* con un endospermo vítreo y rendimiento normal (Zarkadas y col., 2000), ha despertado el interés en el desarrollo agronómico de esta mutante. Este proceso ha sido lento debido al poco conocimiento acerca de las bases genéticas y bioquímicas de la acumulación de lisina y modificación de la textura del grano (Gibbon y Larkins, 2005).

La mutación *o2* mejora la calidad proteínica del endospermo de maíz como consecuencia de la reducción en los niveles de zeínas, incremento pleiotrópico de otras proteínas celulares y aumento en los niveles de aminoácidos libres (AAL), incluyendo lisina. La mayor parte de la lisina se encuentra asociada a proteínas, pero en algunos genotipos de maíz como *Oh545o2*, la lisina libre contribuye alrededor de un 33% de la lisina total en el endospermo (Wang y Larkins, 2001). El análisis genético de la cruce entre las líneas de maíz *Oh51Ao2* (bajo contenido de AAL) y *Oh545o2* (alto AAL) identificó varios loci que afectan el contenido de AAL en el endospermo *o2* (Wang

y Larkins, 2001; Pineda Hidalgo, 2006). El objetivo del presente estudio fue identificar proteínas asociadas a estos loci.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Se utilizaron harinas de endospermo de líneas recombinantes puras derivadas de la cruce de dos materiales contrastantes en el contenido de AAL, *Oh545o2* (alto) y *Oh51Ao2* (bajo). A partir de loci asociados con el contenido de AAL previamente identificados (Pineda Hidalgo, 2006), se seleccionaron dos grupos de líneas (15 líneas c/u) contrastantes en AAL, así como en el genotipo del marcador que flanquea a cada locus: grupo A, homocigóticas para el alelo de *Oh51Ao2* y grupo B, homocigóticas para el alelo de *Oh545o2*. De cada grupo se obtuvo una muestra mezclando cantidades iguales de harina de endospermo de cada una de las líneas.

Composición de aminoácidos libres

La composición de AAL se determinó como se describe por Lopez-Cervantes y col. (2006). Los aminoácidos se extrajeron de 25 mg de harina con 25 mL de amortiguador de boratos (pH=8.5) y se tomaron 300 µL de la muestra para su derivatización con 300 µL del reactivo 9-fluorenil metil cloro formato (FMOC); la mezcla derivatizada se filtró (0.45 µM) y posteriormente se inyectaron 5 µL en una columna de fase reversa (C18) conectada a un sistema de HPLC (SGE, Dandenong, Australia) equipado con un detector de fluorescencia. Se utilizó una mezcla de estándares para obtener la relación entre área de pico y concentración.

Extracción y cuantificación de proteínas

La extracción de proteínas se realizó como se describe por Wallace y col. (1990). La proteína total se obtuvo mezclando 50 mg de harina de endospermo con 1 mL de amortiguador de boratos [$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 12.5 mM, pH 10, SDS 1% (p/v), 2-mercaptoetanol 2% (v/v)] e incubando por 2 h a 37°C. Después de centrifugar, el sobrenadante se ajustó a un 70% de etanol y se incubó por 2 h a 37°C, seguido de una centrifugación para separar las proteínas en zeínas (sobrenadante) y no zeínas (precipitado). Las zeínas (extracto de 15 mg de harina) se recuperaron por centrifugación con vacío y se resuspendieron en 100 μL de agua destilada. Las no zeínas se resuspendieron en 100 μL de urea 8 M. La concentración de zeínas y no zeínas se determinó utilizando el método del ácido bicinonínico (BCA, Brown y col., 1989) y el método de Bradford (1976), respectivamente.

Separación bidimensional de proteínas

Para la separación por isoelectroenfoque, aproximadamente 180 μg de zeínas y 500 μg de no zeínas se resuspendieron en 300 μL de amortiguador de rehidratación (Urea 8M, CHAPS 2%, DTT 50 mM, Anfolitas 0.2%, azul de bromofenol 0.001%) y se separaron en geles de pH inmobilizado (17 cm) con un sistema Protean IEF (Bio-Rad, Hercules, CA). Para la segunda dimensión las proteínas se equilibraron con amortiguador de carga (Tris-HCl 375 mM pH 8.8, Urea 6 M, SDS 2%, DTT 2%) y se separaron por SDS-PAGE (Laemmli, 1970) en geles al 15% (zeínas) y 12.5% (no zeínas). Las proteínas se tiñeron con azul de Coomassie. Las diferencias cuali y cuantitativas se analizaron con el programa PD Quest (Bio-Rad, Hercules, CA).

Identificación de proteínas

Las proteínas expresadas diferencialmente entre las muestras se identificaron por espectrometría de masas MALDI-TOF (matrix assisted laser desorption ionization time-of-flight). Las proteínas se removieron de los geles SDS-PAGE

y se digirieron con tripsina. Los péptidos se purificaron con resina fase reversa C-18 contenida en puntas de micropipeta (Millipore). Los péptidos purificados se colocaron en la placa de MALDI y se mezclaron con un derivado del ácido hidroxici-námico. El espectro de masas (MS) se adquirió en un espectrómetro Ettan Pro MALDI-ToF (General Electric). La lista de masas obtenida se comparó con listas teóricas generadas de bases de datos de proteínas con el programa Mascot (<http://www.matrixscience.com>).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un estudio genético previo de la cruce entre Oh51A02 y Oh54502 identificó 10 loci asociados con el contenido de AAL en el endospermo de maíz (Pineda Hidalgo, 2006). Tres loci identificados en los cromosomas 4 (Phi072), 7 (Phi034) y 10 (Bnlg1074) se ubicaron cerca de genes que codifican para α -zeínas. Cabe aclarar que las α -zeínas son codificadas por varios genes. El efecto de dos de estos loci sobre la acumulación de zeínas se muestra en la figura 1A, donde se observa una disminución en la acumulación de isoformas (flechas) de la subfracción α -zeínas 19 kDa en las muestras B (alto contenido de AAL). Los puntos isoeléctricos (pI) de aproximadamente 7 en las isoformas indicadas para el locus Phi072 (Fig. 1A), son similares a los pI predichos para las α -zeínas 19 kDa codificadas por genes localizados en el cromosoma 4. De igual forma, los pI de alrededor de 8.5 en las isoformas indicadas en el locus Phi034 (Fig. 1A) son similares a los de α -zeínas codificadas por genes del cromosoma 7. La composición de AAL de estas muestras se observa en el cuadro 1, donde se puede ver, por ejemplo, que alanina y prolina, dos aminoácidos muy abundantes en α -zeínas, se acumulan de 4-7 veces más en las muestras B con respecto a las muestras A. En el caso del locus del cromosoma 10 (Bnlg1074) se obtuvo lo contrario, una mayor acumulación de alanina y prolina en A, en concordancia con el efecto negativo encontrado en el análisis genético (Cuadro 1). Otra proteína de almacenamiento

que presentó una menor acumulación en muestras con alto contenido de AAL es una globulina tipo-vicilina (Fig. 1B).

La figura 1B muestra los efectos de un loci en el cromosoma 2 (BnlG1537) y otro en el 3 (BnlG 1647) sobre la acumulación de no zeínas. Dentro de las proteínas expresadas diferencialmente destacan enzimas involucradas en el metabolismo de hidratos de carbono (Cuadro 2), tal es el caso de gliceraldehido 3 fosfato deshidrogenasa que interviene en glucólisis. Interesantemente, esta enzima participa en la producción de fosfoglicerato, un precursor del aminoácido serina y sus derivados, y se acumula mayormente en la muestra B del locus BnlG1537. El contenido de serina en esta muestra es casi seis veces más alto que en su contraparte A (Cuadro 1). En el caso de un locus en el cromosoma 9 (BnlG244) esta enzima se acumula menos en la muestra B (no mostrado), lo cual corresponde con el hecho de que en esta

muestra el aminoácido serina y su derivado glicina son los menos abundantes con respecto a la muestra A. Otra proteína que se expresa diferencialmente entre estas muestras es sorbitol deshidrogenasa (Fig. 1B, Cuadro 2), una enzima muy activa en el endospermo de maíz que podría estar generando intermediarios metabólicos y ayudar en el flujo de carbono.

Otras enzimas identificadas son la almidón sintetasa unida al gránulo y ADP-glucosa pirofosforilasa, ambas involucradas en el metabolismo del almidón. Se ha observado que mutantes de maíz que afectan la síntesis de almidón contienen niveles elevados de intermediarios glucolíticos como fructosa 2,6 bifosfato y triosa fosfato isomerasa (Tobias y col., 1992). La disminución en los niveles de estas enzimas parece estar asociado con un incremento en la acumulación de aminoácidos.

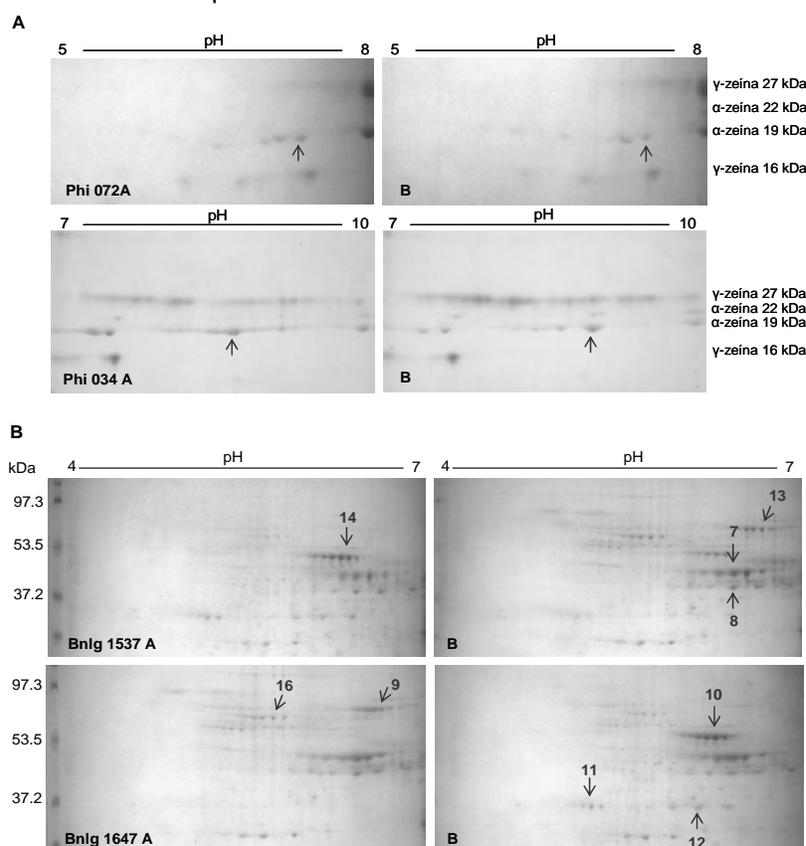


Figura 1. Mapas bidimensionales de zeínas (A) y no zeínas (B) de muestras de endospermo contrastantes en el genotipo de loci asociados con el contenido de aminoácidos libres. Los tamaños moleculares de marcadores preteñidos se indican a la izquierda y las subfracciones de zeínas a la derecha.

Cuadro 1. Composición de AAL en muestras de endospermo contrastantes en el genotipo de marcadores que flanquean loci asociados con este carácter.

Crom	Locus		Asp	Glu	Ser	His	Gly	Thr	Ala	Pro	Tyr	Arg	Val	Met	Ile	Leu
1	bnlg439	A	15.09	11.74	4.13	0.71	1.76	1.87	-	15.51	18.48	4.28	2.18	0.35	3.06	1.50
		B	8.53	4.09	2.19	0.19	1.46	0.83	0.35	4.26	7.13	0.09	1.22	0.56	0.10	0.89
		B/A	0.57	0.35	0.53	0.27	0.83	0.44	-	0.27	0.39	0.02	0.56	1.61	0.03	0.59
2	bnlg1138	A	9.24	3.58	1.69	0.14	1.26	0.54	0.07	3.88	7.29	0.66	0.59	0.63	0.15	0.28
		B	15.12	11.06	4.46	0.50	2.35	1.70	1.75	13.47	18.39	0.26	1.61	0.72	0.16	0.79
		B/A	1.64	3.09	2.63	3.44	1.87	3.15	25.26	3.47	2.52	0.39	2.72	1.15	1.06	2.79
2	bnlg1537	A	7.67	4.27	0.95	0.25	0.73	0.54	0.17	3.13	5.16	0.44	0.55	0.49	0.04	0.33
		B	16.36	12.10	5.27	1.08	2.06	2.22	1.24	13.43	20.06	4.24	2.49	1.22	1.93	1.07
		B/A	2.13	2.84	5.57	4.36	2.83	4.09	7.20	4.30	3.89	9.56	4.52	2.46	54.02	3.21
3	bnlg1647	A	13.94	12.00	2.76	-	0.74	1.28	0.59	13.43	15.01	2.02	1.73	1.14	3.25	1.02
		B	9.14	3.88	1.18	0.19	0.69	0.54	0.21	2.89	6.61	0.75	0.65	0.63	0.04	0.18
		B/A	0.66	0.32	0.43	-	0.93	0.42	0.35	0.22	0.44	0.37	0.38	0.55	0.01	0.18
4	Phi072	A	9.42	4.35	1.56	0.34	1.19	0.85	0.33	4.02	8.69	1.00	0.74	0.62	0.11	0.46
		B	13.95	12.19	4.71	0.19	2.07	1.86	1.61	14.42	17.44	2.66	1.97	0.76	0.36	0.96
		B/A	1.48	2.80	3.01	0.56	1.74	2.18	4.83	3.59	2.01	2.66	2.66	1.22	3.18	2.11
7	Phi034	A	9.87	4.37	2.30	0.18	1.56	0.81	0.23	3.01	6.93	0.46	0.81	0.66	1.88	0.42
		B	15.79	11.47	4.19	0.17	1.50	1.98	1.71	14.19	17.73	-	0.04	0.18	0.15	0.98
		B/A	1.60	2.63	1.82	0.94	0.96	2.44	7.54	4.71	2.56	-	0.05	0.28	0.08	2.32
7	Phi114	A	8.00	4.06	2.16	0.60	1.48	0.78	0.41	2.74	4.57	0.12	0.65	0.39	0.11	0.47
		B	15.60	12.64	5.80	1.68	3.11	2.63	0.06	19.40	25.82	6.37	3.24	2.14	4.96	14.69
		B/A	1.95	3.11	2.68	2.81	2.11	3.37	0.14	7.08	5.65	54.60	4.99	5.56	43.99	31.27
8	bnlg1823	A	67.15	54.45	15.64	0.78	6.18	7.76	7.61	65.95	88.97	1.51	8.97	4.95	0.96	4.02
		B	9.55	5.36	2.19	0.17	1.12	0.86	0.41	6.66	9.00	-	0.84	0.50	0.18	0.49
		B/A	0.14	0.10	0.14	0.22	0.18	0.11	0.05	0.10	0.10	-	0.09	0.10	0.19	0.12
9	bnlg244	A	8.44	3.40	2.64	0.27	1.82	0.67	0.05	3.53	5.05	0.64	0.74	0.56	0.14	0.42
		B	14.73	11.46	2.57	0.35	1.07	1.42	0.51	9.14	15.39	1.59	1.99	1.15	0.89	1.16
		B/A	1.74	3.38	0.97	1.28	0.59	2.12	9.75	2.59	3.05	2.49	2.67	2.07	6.43	2.73
10	bnlg1074	A	16.99	10.26	3.91	-	1.29	1.80	1.60	10.08	16.23	0.58	1.63	0.85	0.24	0.76
		B	8.48	3.41	1.35	0.41	0.96	0.62	0.13	2.60	6.40	0.49	0.51	0.72	0.13	0.27
		B/A	0.50	0.33	0.34	-	0.74	0.34	0.08	0.26	0.39	0.83	0.32	0.85	0.57	0.35

A: Muestra con genotipo del marcador correspondiente a Oh51A α 2; B: Muestra con genotipo del marcador correspondiente a Oh545 α 2. Los valores de composición de aminoácidos están dados en nanomoles por miligramo de harina de endospermo.

Cuadro 2. Identificación de las proteínas señaladas en la figura 1B.

No.	Proteína	Función	pI	PM (kDa)
10, 14	gi 22284 Vicilina	Proteína de almacenamiento	6.2	66.6
11	gi 73747074 ADP-glucosa pirofosforilasa subunidad pequeña	Metabolismo del almidón	5.5	57.0
7	gi 77378040 Sorbitol deshidrogenada	Metabolismo de hidratos de carbono	6.3	39.7
8	gi 6166167 Gliceraldehído 3 fosfato deshidrogenada	Glucólisis	6.6	36.5
9,13	gi 22284 Vicilina	Proteína de almacenamiento	6.8	70
12	gi 1707924 ADP-glucosa pirofosforilasa subunidad grande	Metabolismo del almidón	6.2	57.9
16	gi 136757 Almidón sintetasa unida al gránulo	Metabolismo del almidón	6.0	66.6

El alto contenido de AAL en el endospermo α 2 es consecuencia de una mayor síntesis /acumulación durante el desarrollo y la aparente inhabilidad para incorporar estos aminoácidos o degradarlos antes de la desecación del grano. Diversos autores han reportado una asociación entre el incremento en el contenido de AAL y la disminución de proteínas de almacenamiento (Takahashi y col., 2003;

Ashida y col., 2006; Huang y col., 2006). Los resultados de este estudio muestran que varios de los loci identificados para AAL están asociados con una disminución en α -zeínas y proteínas tipo globulinas, indicando que parte de la mayor acumulación de AAL en el endospermo se debe a su incapacidad para incorporarse en proteínas de almacenamiento.

CONCLUSIONES

Los resultados indican que el incremento en aminoácidos libres en el endospermo de maíz se debe en mayor medida a la disminución de las proteínas de almacenamiento, así como a la alteración del metabolismo del carbono que a su vez puede influir en el metabolismo de los aminoácidos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (44092) y la Universidad Autónoma de Sinaloa (PROFAPI 06-77)

LITERATURA CITADA

- Ashida, K.; Iida, S.; Yasui, T. (2006), Lack of 26 kDa globulin accompanies increased free amino acid content in rice (*Oryza sativa* L.) grains, *Journal of Cereal Science*, 43:387-392.
- Bradford, M.M. (1976), A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of proteins utilizing the principle of protein dye binding, *Anal. Biochem.* 72:248-254.
- Brown, R.E.; Jarvis, K.L.; Hyland, K.J. (1989), Protein measurement using bicinchoninic acid: elimination of interfering substances, *Anal. Biochem.* 180: 136-139.
- Gibbon, B.C. y Larkins, B.A. (2005), Molecular genetic approaches to developing quality protein maize, *Trends in Genetics*, 21:227-233.
- Huang, S.; Frizzi, A.; Florida, C.A. y Kruger, D.E. (2006), High lysine and high tryptophan transgenic maize resulting from the reduction of both 19- and 22-kD α -zeins, *Plant. Mol. Biol.* 61: 525-535.
- Laemmli, U.K. (1970), Cleavage of structural proteins during assembly of the head of bacteriophage T4, *Nature*, 227: 680-685.
- Lopez-Cervantes, J.; Sanchez-Machado, D.J.; Rosas-Rodriguez, J.A. (2006), Analysis of free amino acids in fermented shrimp waste by high-performance liquid chromatography, *J. Chromatogr.* A1105: 106-110.
- Mertz, E.T.; Bates, L.S.; Nelson, O.E. (1964), Mutant gene that changes the protein composition and increases the lysine content of maize endosperm, *Science*, 145:279-280.
- Pineda Hidalgo, K.V. (2006), Mapeo de loci asociados con el contenido de aminoácidos libres en el endospermo de maíz *opaque2*, tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Sinaloa, (México).
- Takahashi, M.; Uematsu, Y.; Kashiwaba, K.; Yagasaki, K.; Hajika, M.; Matsunaga, R.; Komatsu, K.; Komatsu, M. (2003), Accumulation of high levels of free amino acids in soybean seeds through integration of mutations conferring seed protein deficiency, *Planta*, 217:577-586.
- Tobia, R.B.; Boyer, C.D.; Shannon, J.C. (1992), Alterations in Carbohydrate Intermediates in the Endosperm of Starch-Deficient Maize (*Zea mays* L.) Genotypes, *Plant. Physiol.* 99:146-152.
- Wallace, J.C.; Lopes, M.A.; Paiva, E.; Larkins, B.A. (1990), New methods for extraction and quantitation of zeins reveal a high content of gamma-zein in modified opaque-2 maize, *Plant. Physiol.* 92: 191-196.
- Wang, X. y Larkins, B.A. (2001), Genetic analysis of amino acid accumulation in *opaque-2* maize endosperm, *Plant. Physiol.* 125:1766-1777.
- Yau, J.C.; Bockholt, A.J.; Smith, J.D.; Rooney, L.W.; Waniska, R.D. (1999), Maize endosperm proteins that contribute to endosperm lysine content, *Cereal. Chem.* 76: 668-672.
- Zarkadas, C.G.; Hamilton, R.I.; Zi, R.Y.; Choi, V.K.; Khanizadeh, S.; Nicholas, G.W.; Pattison, R. y Pattison, P.L. (2000), Assessment of the protein quality of 15 new northern adapted cultivars of quality protein maize using amino acid analysis, *J Agric. Food. Chem.* 48: 5351-5361.

MAPEO DE LOCI ASOCIADOS CON LA CALIDAD PROTEÍNICA DEL ENDOSPERMO DE MAÍZ

José A. López Valenzuela^{1*}, Karen V. Pineda Hidalgo¹, Ricardo Osuna Monarrez¹, Jeanett Chávez Ontiveros¹, Cuauhtémoc Reyes Moreno¹, José A. Garzón Tiznado², Brian A. Larkins³. ¹Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa, Cd Universitaria, Culiacán, Sin., México. 80000. Tel/Fax:(667)713-6615. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Culiacán, Sin., México. ³Dept. of Plant Science, U. of Arizona, Tucson, AZ, USA 85721. *jalopez@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

El maíz al igual que otros cereales se considera de baja calidad proteínica debido a que las proteínas de almacenamiento del grano, prolaminas o zeínas, son deficientes en aminoácidos esenciales, especialmente lisina y triptofano (Yau y col., 1999). La mutación *opaco2* (*o2*) casi duplica el contenido de lisina en el endospermo con respecto al maíz normal, mejorando su calidad proteínica (Mertz y col., 1964). Este incremento en lisina está asociado con la reducción en el contenido de α -zeínas en un 50% y aumento en la síntesis de otras proteínas celulares (Damerval y Le Guilloux, 1998). El factor de elongación 1A (eEF1A) es una de estas proteínas y su concentración presenta una alta correlación con el contenido de lisina del endospermo (Habben y col., 1995). La mutación *o2* también incrementa el contenido de aminoácidos libres (AAL), incluyendo lisina, cuyo contenido en algunos genotipos como Oh545o2 representa alrededor del 33% del total de lisina en el endospermo (Wang y Larkins, 2001).

En estudios previos se inició la investigación de las bases genéticas del contenido de eEF1A y AAL, donde se utilizó la progenie F2 de la cruce entre Oh545o2 y Oh51Ao2, dos líneas de maíz contrastantes en ambos caracteres (Wang y col., 2001; Wang y Larkins, 2001). A partir de estos materiales se desarrollaron líneas recombinantes puras (RIL; Lopez-Valenzuela y col., 2004) y en este estudio fueron utilizadas para investigar adicionalmente las bases genéticas y bioquímicas de estos caracteres, lo cual podría proveer una estrategia más efectiva para

desarrollar genotipos de mejor calidad proteínica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Se utilizó una población de 76 RIL derivadas de la cruce entre Oh51Ao2 (alto eEF1A y bajo AAL) y Oh545o2 (bajo eEF1A y alto AAL). Estos materiales fueron cultivados en el Centro Agrícola de la Universidad de Arizona, Tucson, Arizona, EUA.

A partir de los loci asociados con la calidad proteínica, se seleccionaron dos grupos de líneas (15 líneas c/u) contrastantes en eEF1A y AAL, así como en el genotipo del marcador que flanquea a cada locus: grupo A, homocigóticas para el alelo de Oh51Ao2 y grupo B, homocigóticas para el alelo de Oh545o2. De cada grupo se obtuvo una muestra mezclando cantidades iguales de harina de endospermo de cada una de las líneas.

Extracción y separación de proteínas

La extracción de proteínas se realizó como se describe por Wallace y col. (1990). La proteína total se obtuvo mezclando 50 mg de harina de endospermo con 1 mL de amortiguador de boratos [$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 12.5 mM, pH 10, SDS 1% (p/v), 2-mercaptoetanol 2% (v/v)] e incubando por 2 h a 37°C. Después de centrifugar, el sobrenadante se ajustó a un 70% de etanol y se incubó por 2 h a 37°C, seguido de una centrifugación para separar las proteínas en zeínas (sobrenadante) y no zeínas (precipitado). Las zeínas (equivalentes a 1.25

mg de harina) se separaron por SDS-PAGE (Laemmli, 1970) en geles al 15% (p/v) y se tiñeron con azul de Coomassie.

Contenido de eEF1A

Se determinó mediante un ensayo de ELISA de acuerdo con López-Valenzuela y col. (2004). El extracto de proteína total se diluyó 1000 veces con amortiguador de carbonatos (CCB; Na₂CO₃/NaHCO₃, 0.1M, pH 9.6) y se realizaron cuatro diluciones triples en pozos adyacentes. Se utilizaron anticuerpos policlonales de conejo contra eEF1A diluidos 1:1000 en PBST (Fosfatos 0.05M, NaCl 145 mM, Tween 20 0.05% [v/v], pH 7.4). La detección se realizó con anticuerpos secundarios conjugados con fosfatasa alcalina. Se midió la absorbancia a 415 nm en un lector de ELISA 680 (BioRad, Hercules, CA). Los resultados fueron normalizados a los valores de Oh545o2.

Contenido total de aminoácidos libres

Se utilizó una modificación del ensayo con ninhidrina descrito por Mertz y col. (1974). Se resuspendieron 20 mg de harina desgrasada en 1 mL de agua desionizada. Después de centrifugar se mezclaron 200 µL de sobrenadante con 500 µL de una solución de ninhidrina (Sigma), seguido de una incubación en agua en ebullición por 20 min. Se realizaron cuatro diluciones dobles de la mezcla en una placa y se leyó la absorbancia a 595 nm en un lector de ELISA 680 (BioRad). Los valores se normalizaron con respecto a la línea Oh51Ao2.

Extracción de ADN y obtención de marcadores SSR

El ADN se extrajo utilizando el método de CTAB descrito por Shen y col. (1994). Para la obtención de los marcadores SSR se siguieron las condiciones de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) descritas por Wang y col. (2001). Los iniciadores SSR se obtuvieron de Invitrogen (Carlsbad, CA); la secuencia de cada uno de ellos se encuentra disponible en la

base de datos del genoma de maíz (<http://www.maizegdb.org/>). Para las reacciones de PCR se utilizó un termociclador Gradient 5331 (Eppendorf, Hamburg, Alemania). Los productos amplificados se separaron por electroforesis en geles de agarosa (4% p/v) y se tiñeron con bromuro de etidio.

Mapeo genético

A partir de 77 marcadores SSR distribuidos en el genoma de maíz se creó un mapa de ligamiento con ayuda del programa MapManager QTXb20, el cual se utilizó para detectar loci asociados al contenido de eEF1A y AAL mediante mapeo por intervalos compuesto (CIM) (Zeng, 1994). Se realizaron 1000 permutaciones para establecer los límites de máxima verosimilitud (LRS) (Churchill y Doerge, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se muestra el mapa genético obtenido a partir de 77 marcadores SSR y 76 RIL, el cual comprende 10 grupos de ligamiento equivalentes a los 10 cromosomas del maíz, con una cobertura total de 1558 cM del genoma y un intervalo promedio entre marcadores de 20 cM. El mapeo por intervalos compuesto identificó 7 loci asociados con eEF1A y 10 con AAL, dos caracteres relacionados con la calidad proteínica del endospermo de maíz (Fig 1. Cuadro 1). Los efectos aditivos indicaron una mayor contribución de los alelos de Oh51Ao2 al contenido de eEF1A, mientras que los alelos de Oh545o2 contribuyeron mayormente al contenido de AAL. La ubicación de algunos de los loci coincidió en ambos caracteres, destacando cuatro localizados en los cromosomas 4, 7, 8 y 10 (marcadores Phi072, Phi034, Bnlg1823 y Bnlg1074, respectivamente). Los loci en los cromosomas 4, 7 y 10 se ubicaron cerca de genes que codifican para α -zeínas. El efecto de estos loci sobre la acumulación de zeínas se muestra en la figura 2, donde se observa una disminución en la acumulación de α -zeínas 19 kDa en las

muestras B (alto contenido de AAL y bajo eEF1A) en los loci del cromosoma 4 y 7 (Phi072 y Phi034, respectivamente), mientras que lo contrario se observa para el locus del cromosoma 10 (Bnlg1074), el cual tuvo un efecto aditivo opuesto a los otros dos loci. También se incluyó otro locus del cromosoma 7 (Phi114) que no presentó un efecto aparente sobre la acumulación de α -zeínas (Fig. 2).

Estudios previos documentaron que diferencias en la expresión de zeínas y formación de cuerpos proteínicos podrían influenciar los niveles de eEF1A (Wang y col., 2001) y tres de los loci identificados para eEF1A en este estudio se encontraron cerca de genes que codifican α -zeínas (Fig 1). eEF1A está asociada con el citoesqueleto que cubre el retículo endoplásmico (RE) en las células del endospermo (Clare y col., 1996) y la proteína sufre varias modificaciones post-traduccionales durante el desarrollo del endospermo

que afectan su afinidad por la actina (Lopez-Valenzuela y col., 2003). Además, estudios recientes mostraron que los niveles de proteínas del citoesqueleto, tales como actina y tubulina, se incrementan en líneas o2 con alto contenido de eEF1A (López-Valenzuela y col, 2004). Estos resultados son consistentes con la hipótesis de que los niveles de eEF1A y proteínas del citoesqueleto varían como una función del área superficial de los cuerpos proteínicos.

El alto contenido de AAL en el endospermo o2 es consecuencia de una mayor síntesis/acumulación durante el desarrollo y la aparente inhabilidad para incorporar estos aminoácidos o degradarlos antes de la desecación del grano. Huang y col. (2006) demostraron una asociación entre niveles altos de AAL (principalmente Asn, Asp y Glu) y la reducción en la síntesis de α -zeínas.

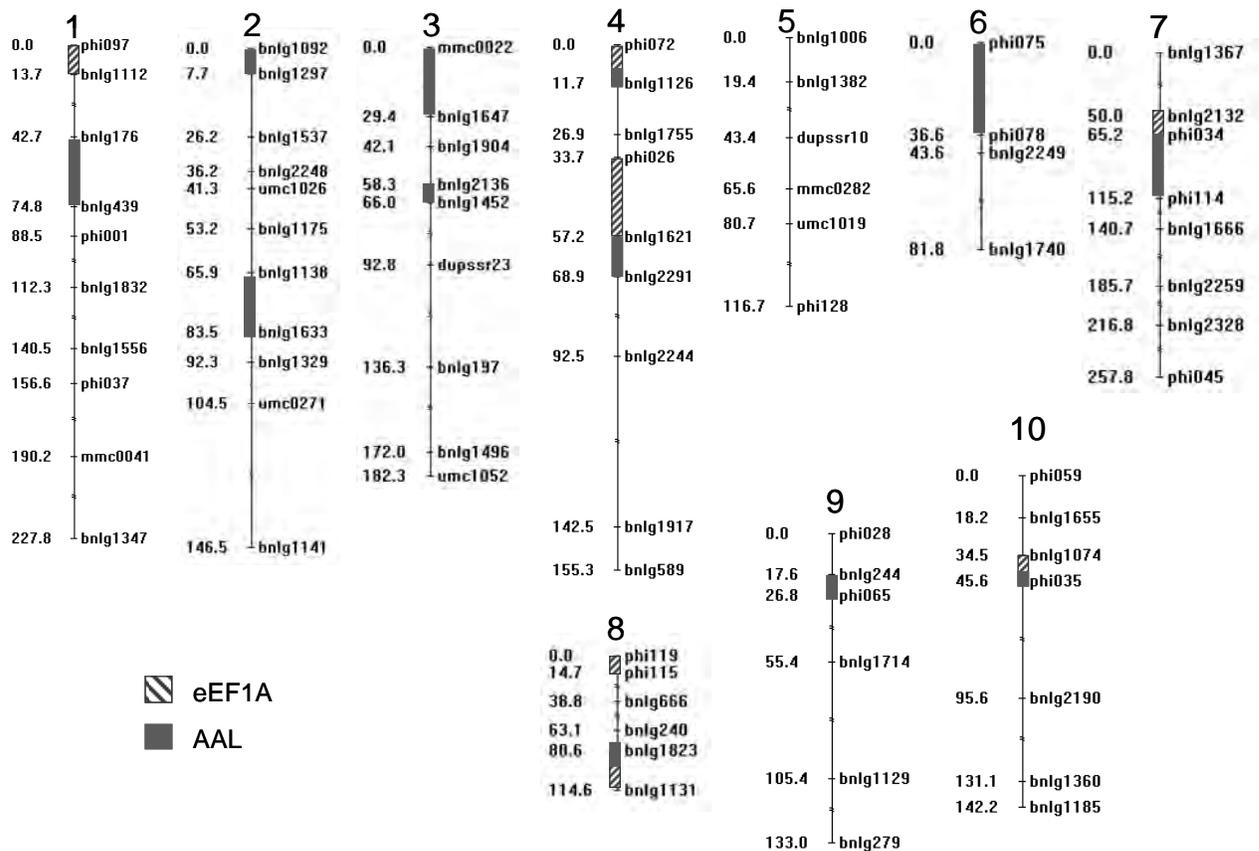


Figura 1. Mapa de ligamiento del genoma de maíz basado en el análisis de 77 marcadores SSR en Oh51Ao2, Oh545o2 y 76 RIL derivadas de su cruz.

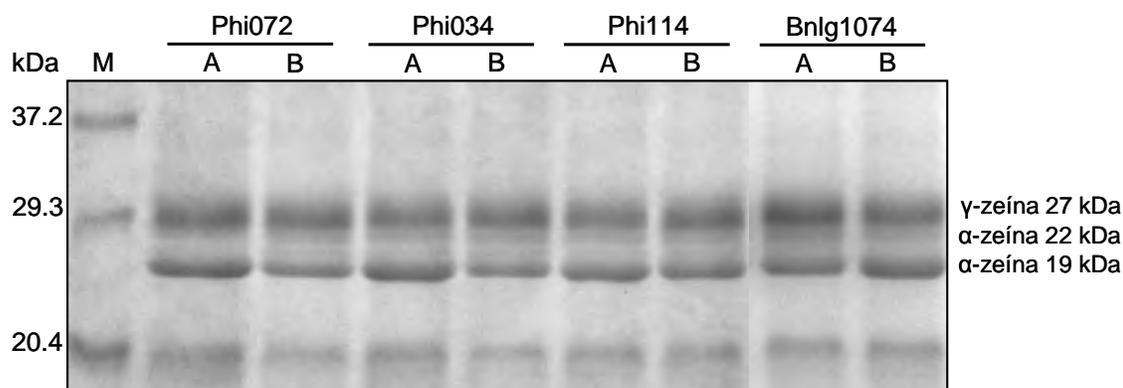


Figura 2. Separación por SDS-PAGE de zeínas en muestras de endospermo contrastantes en el genotipo de marcadores que flanquean loci asociados con la calidad proteínica. (A) Genotipo del marcador correspondiente a Oh51A02; (B) Genotipo del marcador correspondiente a Oh54502. Los tamaños de peso molecular de marcadores preteñidos se muestran a la izquierda mientras que las sub-fracciones de zeínas se indican a la derecha.

Cuadro 1. Resumen de loci asociados con la calidad proteínica del endospermo de maíz.

Cromo-soma	Localización	LRS	LRS Límite (?=0.05)	Varianza (%)	Efecto aditivo
Contenido de eEF1A					
1	phi097-bnlG1112	10.8	9.2	10	-0.08
4	phi072-bnlG1126	17.1	8.5	16	-0.11
4	phi026-bnlG1621	15.8	8.5	15	-0.12
7	bnlg2160-phi034	13.6	8.7	11	-0.09
8	phi119-phi115	9.2	8.4	9	-0.08
8	bnlg1823-bnlG1131	11.0	8.4	10	-0.08
10	bnlg1074-phi035	12.0	8.2	9	0.08
Contenido de Aminoácidos Libres					
1	bnlg439-phi001	16.5	8.5	14	-0.52
2	bnlg1297-bnlG1537	10.7	8.2	11	0.46
2	bnlg1138-bnlG1633	9.0	8.2	9	-0.44
3	mmc0022-bnlG1647	13.3	7.8	9	-0.43
3	bnlg2136-bnlG1452	11.3	7.8	8	-0.42
4	phi072-bnlG1126	13.4	8.1	9	0.55
4	bnlg1621-bnlG2291	12.2	8.1	9	0.41
6	phi075-phi078	10.8	6.5	9	0.41
7	phi034-phi114	18.9	8.7	15	0.55
8	bnlg240-bnlG1823	10.2	7.8	9	-0.41
9	bnlg244-phi065	12.4	7.5	10	0.47
10	bnlg1074-phi035	9.5	8.0	10	-0.46

Los resultados de este estudio muestran que tres de los loci identificados para AAL se ubicaron cerca de genes que codifican para α -zeínas. Más aún, el efecto de estos loci sobre la acumulación de zeínas indicó una disminución de la subfracción α -zeínas 19 kDa en las muestras con alto contenido de AAL (Fig. 2), consistente con la idea de que la mayor acumulación de AAL en estas muestras se debe a la incapacidad de éstos para incorporarse en zeínas. El análisis de composición de AAL en estas muestras permitirá conocer si se acumulan mayormente aminoácidos presentes en α -zeínas.

Con respecto a otros loci para AAL, uno localizado en el cromosoma 3 se encontró ligado a triosa fosfato isomerasa 4 (*tpi4*), la cual participa en la glucólisis. Otro loci en el brazo largo del cromosoma 2 coincidió con un locus de aspartato cinasa (*Ask2*), enzima que cataliza la primera etapa de la ruta del aspartato que produce los aminoácidos leucina, treonina, metionina y lisina. El gen *Ask2* ha sido clonado recientemente en maíz y estudios genéticos y bioquímicos indican que es el responsable de este loci (Wang y col., 2007).

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio muestran que una parte significativa del incremento en la acumulación de aminoácidos en el endospermo de maíz *o2* puede ser explicado por la reducción en los niveles de zeínas, así como el efecto pleiotrópico de la mutación que resulta en la alteración de etapas importantes en el metabolismo del carbono y aminoácidos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (Sinaloa) y la Universidad Autónoma de Sinaloa (PROFAPI-06-77).

LITERATURA CITADA

- Churchill, G.A. y Doerge, R.W. (1994), Empirical threshold values for quantitative trait mapping, *Genetics*, 138: 963-971.
- Clore, A.M.; Dannenhoffer, J.M.; Larkins, B.A. (1996), EF-1 alpha is associated with a cytoskeletal network surrounding protein bodies in maize endosperm cells, *Plant. Cell*. 8: 2003-2014.
- Damerval, C.; Le Guilloux, M. (1998), Characterization of novel proteins affected by the *o2* mutation and expressed during maize endosperm development, *Mol. Gen. Genet.* 257: 354-361.
- Habben, J.E.; Moro, G.L.; Hunter, B.G.; Hamaker, B.R.; Larkins, B.A. (1995), Elongation factor 1-alpha concentration is highly correlated with the lysine content of maize endosperm, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 92: 8640-8644.
- Huang, S.; Frizzi, A.; Florida, C.A. y Kruger, D.E. (2006), High lysine and high tryptophan transgenic maize resulting from the reduction of both 19- and 22-kD α -zeins, *Plant. Mol. Biol.* 61: 525-535.
- Laemmli, U.K. (1970), Cleavage of structural proteins during assembly of the head of bacteriophage T4, *Nature*, 227: 680-685.
- Lopez-Valenzuela, J.A.; Gibbon, B.C.; Hughes, P.A.; Dreher, T.W. y Larkins, B.A. (2003), eEF1A isoforms change in abundance and actin-binding activity during maize endosperm development, *Plant. Physiol.* 133: 1285-1295.
- Lopez-Valenzuela, J.A.; Gibbon, B.C.; Holding, D.R.; Larkins, B.A. (2004), Cytoskeletal proteins are coordinately increased in maize genotypes with high levels of eEF1A, *Plant. Physiol.* 135: 1784-1797.
- Mertz, E.T.; Bates, L.S.; Nelson, O.E. (1964), Mutant gene that changes the protein composition and increases the lysine content of maize endosperm, *Science*, 145: 279-280.
- Mertz, E.T.; Misra, P.S. y Jambunathan, R. (1974), Rapid ninhydrin color test for screening high-lysine mutants of sorghum,

- barley, and other cereal grain, *Cereal. Chem.* 51: 304-307.
- Moro, G.L.; Habben, J.E.; Hamaker, B.R.; Larkins, B.A. (1996), Characterization of the variability in lysine content for normal and opaque2 maize endosperm, *Crop. Sci.* 36: 1651-1659.
- Shen, B.; Carneiro, N.; Torres-Jerez, I.; Stevenson, B.; McCreery, T.; Helentjaris, T.; Baysdorfer, C.; Almira, E.; Ferl, R.J.; Habben, J.E. y Larkins, B.A. (1994), Partial sequencing and mapping of clones from two maize cDNA libraries, *Plant. Mol.Biol.* 26: 1085-1101.
- Wallace, J.C.; Lopes, M.A.; Paiva, E.; Larkins, B.A. (1990), New methods for extraction and quantitation of zeins reveal a high content of gamma-zein in modified opaque-2 maize, *Plant. Physiol.* 92: 191-196.
- Wang, X.; Larkins, B.A. (2001), Genetic analysis of amino acid accumulation in *opaque-2* maize endosperm, *Plant. Physiol.* 125:1766-1777.
- Wang X, Woo Y, Kim C y Larkins BA. (2001), Quantitative trait locus mapping of loci influencing elongation factor 1 α content in maize endosperm. *Plant Physiol* 125:1271-1282.
- Wang, X.; Lopez-Valenzuela, J.A.; Gibbon, B.C.; Gakiere, B.; Galili, G.; Larkins, B.A. (2007), Characterization of mono-functional aspartate kinase genes in maize and their relationship with free amino acid content in the endosperm, *J. Exp. Bot.* 58: 2653-2660.
- Yau, J.C.; Bockholt, A.J.; Smith, J.D.; Rooney, L.W.; Waniska, R.D. (1999), Maize endosperm proteins that contribute to endosperm lysine content, *Cereal. Chem.* 76:668-672.
- Zeng, Z.B. (1994), Precision mapping of quantitative trait loci, *Genetics*, 136:1457-1468.

COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA DE *Chaetoceros muelleri* EN CINCO NIVELES PROGRESIVOS DEL MEDIO F Y CUATRO DENSIDADES DE INÓCULO

Maria Alejandra Medina Jasso^{*1}, Diana Judith López Peraza², Mario Nieves Soto¹, Pablo Piña Valdez¹, Martín Alejandro Guerrero Ibarra¹, Sylvia Leal Lorenzo³ y José Antonio López Elías⁴. ¹Cuerpo Académico "Ecofisiología y Cultivo de Organismos Acuáticos (UAS-CA-162), Facultad de Ciencias del Mar; Universidad Autónoma de Sinaloa. ²Tesista de licenciatura, Facultad de Ciencias del Mar; Universidad Autónoma de Sinaloa, ³Universidad de la Habana, Cuba y ⁴DICTUS, Universidad de Sonora.
medinajasso@yahoo.com.mx.

INTRODUCCIÓN

Los principales problemas que enfrentan los acuicultores es la obtención de alimento de buena calidad, este problema es aún más crítico en el caso de estadios larvarios que en su mayoría son micrófagos filtroalimentadores y en organismos adultos de moluscos, para los cuales las dietas artificiales son muy costosas o no brindan los suficientes requerimientos nutricionales necesarios para garantizar un alto índice de supervivencia y un crecimiento adecuado de los organismos cultivados (Brown *et al.*, 1989; Cotteau y Sorgeloos, 1992).

El cultivo masivo de microalgas es considerado como la fuente de alimento de mayor importancia y en la mayoría de los casos la única alternativa de alimentación disponible para los organismos en cultivo, (Bardach, *et al.*, 1972).

Debido a lo anterior, en este estudio se pretende investigar la posibilidad de incidir en el tiempo de duración de la rutina de producción de microalgas mediante el uso de diferentes niveles progresivos del medio F y densidad de inóculo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Ecofisiología de Organismos Acuáticos y Cultivos de Apoyo para la Acuicultura, de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

La microalga que se cultivó fue *Chaetoceros muelleri* con los medios de cultivo F/2, F, 2F, 4F y 8F a diferentes densidades de inóculo de 50, 100, 150, y 200x10³ cel·ml⁻¹. Esto con la

finalidad de lograr que un sistema de producción alcance su máxima capacidad productiva en el menor tiempo. Los experimentos se repitieron tres veces, con una duración de 48 horas y constaron de veinte tratamientos con cuatro repeticiones cada uno, se utilizaron recipientes de plástico con tres litros de medio útil. Los cultivos se mantuvieron con aireación e iluminación constante, los muestreos para calcular la densidad celular, se realizaron cada 24 horas, solamente las muestras para evaluar el peso seco y orgánico, proteínas, carbohidratos y lípidos se tomaron al final de cada experimento.

Los datos se analizaron mediante pruebas de análisis de varianza de dos factores, paramétrico o no paramétrico según fue el caso (Conover, 1980). Cuando los estadísticos de prueba resultaron significativos, los datos se contrastaron mediante las pruebas correspondientes a posteriori de comparaciones múltiples de Tukey (Sokal y Rohlf, 2000).

RESULTADOS

Se observa que el efecto de la concentración de los nutrientes sobre la densidad celular promedio es más importante, debido a que siempre aumentó de manera sistemática y significativa en todos los niveles de inóculos experimentados, donde los tratamientos con el medio F/2 fueron siempre significativamente más bajos respecto al resto de los tratamientos, con un valor mínimo promedio de 0.782x10⁶ cel·ml⁻¹ en el inóculo de 200x10³ cel·ml⁻¹. En general, los mejores resultados

fueron en los tratamientos con el medio 8F, con un valor máximo alcanzado de 3.998×10^6 cel·ml⁻¹ en el inóculo de 200×10^3 cel·ml⁻¹ (Tabla 1).

Por otra parte, en función de la densidad del inóculo, en los tratamientos con medio F/2 se observa una tendencia aparente a la disminución de la densidad celular conforme se incrementó la densidad del inóculo, pero

ésta no fue significativa, en cambio en el resto de los tratamientos, la tendencia es fluctuante por lo que no se confirma un aumento o disminución de la densidad celular conforme se incrementó la densidad del inóculo, y solamente en el medio F al igual que con el F/2, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

Tabla 1. Valores promedio y desviación estándar de la densidad celular ($\times 10^6$ cél·ml⁻¹) de *Chaetoceros muelleri* cultivada en diferentes niveles del medio F y diferentes densidades de inóculos ($\times 10^3$). Letras iguales o comunes indican que no hay diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$).

		MEDIO				
		F/2	F	2F	4F	8F
INÓCULO	50	0.926 ^a	1.316 ^b	1.829 ^c	2.858 ^{ef}	3.454 ^g
		± 0.076	± 0.150	± 0.179	± 0.302	± 0.379
	100	0.828 ^a	1.372 ^b	2.077 ^d	3.310 ^g	3.839 ^h
		± 0.091	± 0.100	± 0.251	± 0.299	± 0.452
	150	0.789 ^a	1.439 ^b	1.818 ^c	2.673 ^e	3.402 ^g
		± 0.091	± 0.139	± 0.143	± 0.235	± 0.347
	200	0.782 ^a	1.413 ^b	1.968 ^{cd}	2.930 ^f	3.998 ^h
		± 0.123	± 0.089	± 0.142	± 0.000	± 0.470

La biomasa en términos de peso seco celular unitario registró una tendencia fluctuante de acuerdo al incremento de la concentración de nutrientes como de la densidad el inóculo, con valores que fluctuaron entre 84.270 pg cel⁻¹ (MF, 100×10^3 cel·ml⁻¹) y 160.277 pg cel⁻¹ (8F, 100×10^3 cel·ml⁻¹). En

función de la densidad del inóculo, no se confirma una tendencia clara del peso seco celular motivo por el cual se puede afirmar que esta variable es independiente del factor inóculo, sobre todos los niveles de la concentración de nutrientes (Tabla 2).

Tabla 2. Valores promedio y desviación estándar del peso seco promedio (pg·cél⁻¹) de *Chaetoceros muelleri* cultivada en diferentes niveles del medio F y diferentes densidades de inóculo ($\times 10^3$). Letras iguales o comunes indican que no hay diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$).

		MEDIO				
		F/2	F	2F	4F	8F
INÓCULO	50	95.039 ^{ab}	92.587 ^{ab}	120.970 ^{def}	116.627 ^{cdef}	148.614 ^{gh}
		± 18.485	± 15.935	± 21.364	± 17.412	± 14.834
	100	107.246 ^{bcde}	84.270 ^a	118.902 ^{cdef}	116.137 ^{cdef}	160.277 ^h
		± 18.786	± 14.230	± 15.671	± 13.300	± 22.585
	150	116.311 ^{cdef}	101.182 ^{abcd}	136.306 ^{fg}	125.627 ^{efg}	153.917 ^h
		± 21.845	± 11.488	± 20.394	± 16.393	± 17.361
	200	121.527 ^{def}	98.310 ^{abc}	116.449 ^{cdef}	120.456 ^{def}	132.431 ^{fg}
		± 25.845	± 17.168	± 10.217	± 9.756	± 16.685

En la tabla 3 se concentran los valores de peso orgánico unitario, el cual expresa la cantidad de energía disponible para los organismos en cultivo. El valor más bajo registrado fue 50.554 pg cel⁻¹ y corresponde al tratamiento 4F, 50x10³ cel·ml⁻¹, mientras que el más alto fue 88.038 pg cel⁻¹ y corresponde a F/2, 200x10³ cel·ml⁻¹. En general los mejores

resultados se obtuvieron en los tratamientos con el medio F/2, donde el peso orgánico tendió a aumentar conforme se incrementó la densidad del inóculo, pero no siempre de manera significativa como se puede observar en las combinaciones del medio F/2 con las densidades de inóculo de 150 y 200x10³ cel·ml⁻¹.

Tabla 3. Valores promedio y desviación estándar del peso orgánico (pg·cél⁻¹) de *Chaetoceros muelleri* cultivada en diferentes niveles del medio F y diferentes densidades de inóculo (x10³). Letras iguales o comunes indican que no hay diferencias significativas entre los tratamientos (p>0.05).

		MEDIO				
		F/2	F	2F	4F	8F
INÓCULO	50	62.910 ^{abc}	53.248 ^a	64.302 ^{abc}	50.554 ^a	54.689 ^{ab}
		±12.221	±7.357	±9.985	±3.945	±5.490
	100	71.602 ^{cd}	50.843 ^a	65.850 ^{bc}	56.024 ^{ab}	63.427 ^{abc}
		±9.071	±7.967	±9.510	±6.225	±11.311
	150	79.457 ^d	62.869 ^{abc}	79.306 ^d	61.459 ^{abc}	62.475 ^{abc}
		±12.881	±8.765	±12.132	±12.221	±5.944
	200	88.038 ^e	63.782 ^{abc}	69.608 ^{cd}	62.838 ^{abc}	56.172 ^{ab}
		±22.485	±12.289	±5.828	±5.080	±6.873

En relación a los análisis proximales, mostraron que las proteínas fueron las más abundantes, seguidas por los lípidos y los carbohidratos. En la tabla 4 se muestran los

valores promedios de la cantidad de proteínas por célula, el cual varió entre 15.250 y 37.669 pg cel⁻¹ en los tratamientos 8F, 50 x10³ cel·ml⁻¹ y F/2, 150 x10³ cel·ml⁻¹, respectivamente.

Tabla 4. Valores promedio y desviación estándar de proteínas (pg·cel⁻¹) de *Chaetoceros muelleri* cultivada en diferentes niveles del medio F y diferentes densidades de inóculo (x10³). Letras iguales o comunes indican que no hay diferencias significativas entre los tratamientos (p>0.05).

		MEDIO				
		F/2	F	2F	4F	8F
INÓCULO	50	28.021 ^{de}	23.562 ^{bcd}	22.570 ^{bcd}	17.237 ^{ab}	15.250 ^a
		5.063	4.654	3.127	1.932	1.292
	100	31.079 ^{ef}	22.948 ^{bcd}	24.192 ^{bcd}	20.231 ^{abcd}	17.946 ^{abc}
		3.870	3.919	4.850	3.038	2.797
	150	37.669 ^g	25.341 ^{cde}	35.334 ^{fg}	25.492 ^{cde}	21.042 ^{abcd}
		13.261	5.777	13.537	4.664	2.456
	200	27.606 ^{de}	24.853 ^{bcd}	23.579 ^{bcd}	25.312 ^{cde}	19.277 ^{abc}
		6.844	5.261	5.000	3.219	2.077

Se observa además en esta tabla que los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos con medio F/2, mientras que los más bajos se registraron en los tratamientos con el medio 8F. En el resto de los tratamientos de inóculos diferentes la tendencia es fluctuante y con numerosos traslapes conforme la concentración de

nutrientes aumentó. Los lípidos son una las fuente principales de energía para todos los organismos animales, y deben ser suministrados en la dieta, debido a que en la mayoría de los casos, éstos no tienen la capacidad de sintetizar o transformar los ácidos grasos dietéticamente importantes (Tacon, 1990).

Tabla 5. Valores promedio y desviación estándar de lípidos ($\text{pg}\cdot\text{cel}^{-1}$) de *Chaetoceros muelleri* cultivada en diferentes niveles del medio F y diferentes densidades de inóculo ($\times 10^3$). Letras iguales o comunes indican que no hay diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$).

		MEDIO				
		F/2	F	2F	4F	8F
INÓCULO	50	20.796 ^f	16.071 ^{def}	14.073 ^{bcd}	12.359 ^{abcd}	8.518 ^a
		± 4.545	± 4.045	± 1.392	± 3.503	± 1.152
	100	28.009 ^g	19.985 ^f	18.920 ^{ef}	11.906 ^{abcd}	9.742 ^{ab}
		± 6.383	± 2.698	± 3.233	± 1.147	± 1.313
	150	28.400 ^g	18.861 ^{ef}	20.740 ^f	13.682 ^{bcd}	10.644 ^{abc}
		± 5.742	± 3.189	± 6.899	± 3.857	± 3.215
	200	28.960 ^g	20.154 ^f	15.324 ^{cde}	12.477 ^{abcd}	8.592 ^a
		± 7.949	± 4.407	± 2.780	± 1.993	± 1.893

Es evidente que en función de la concentración de nutrientes, la cantidad de lípidos disminuyó significativamente desde el medio F/2 hasta el 8F, el aumento en la densidad del inóculo sobre la concentración unitaria de lípidos mantuvo un efecto positivo, los valores más bajos se registraron en el inóculo de $50 \times 10^3 \text{ cel}\cdot\text{ml}^{-1}$, los valores máximos corresponden al inóculo de $150 \times 10^3 \text{ cel}\cdot\text{ml}^{-1}$, con excepción del obtenido en el tratamiento F, $200 \times 10^3 \text{ cel}\cdot\text{ml}^{-1}$ y que equivale a $20.154 \text{ pg}\cdot\text{cel}^{-1}$ (Tabla 5).

El contenido de carbohidratos en las microalgas es muy importante, en especial cuando se cultivan dietas para estimular la

maduración de los reproductores de moluscos bivalvos (Flaak y Epifanio, 1978).

En la tabla 6 se observa cómo los valores de los carbohidratos fluctuaron entre 5.554 y $23.307 \text{ pg}\cdot\text{cel}^{-1}$ en los tratamientos 8F, $50 \times 10^3 \text{ cel}\cdot\text{ml}^{-1}$ y F/2, $150 \times 10^3 \text{ cel}\cdot\text{ml}^{-1}$ respectivamente. En general se observa una tendencia a la disminución del contenido de carbohidratos conforme se incrementó la concentración de nutrientes, pero ésta no siempre fue significativa. En función del incremento de la densidad del inóculo la tendencia fue fluctuante, no se encontraron diferencias significativas en los tratamientos con medios F, 4F y ni para los tratamientos con medio 8F.

Tabla 6. Valores promedio y desviación estándar de carbohidratos ($\mu\text{g}\cdot\text{cel}^{-1}$) de *Chaetoceros muelleri* a las 48 horas, cultivada en diferentes niveles del medio F y diferentes densidades de inóculo ($\times 10^3$). Letras iguales o comunes indican que no hay diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$).

		MEDIO				
		F/2	F	2F	4F	8F
INÓCULO	50	17.232 ^{de}	15.814 ^{de}	14.642 ^{de}	7.369 ^{ab}	5.554 ^a
		± 2.221	± 2.349	± 2.305	± 1.496	± 1.060
	100	19.960 ^e	16.949 ^{de}	15.445 ^{de}	8.610 ^{ab}	5.884 ^{ab}
		± 3.406	± 2.449	± 3.029	± 1.669	± 1.029
	150	23.307 ^f	16.039 ^{de}	19.220 ^e	10.116 ^{ab}	6.499 ^{ab}
		± 8.764	± 2.462	± 8.097	± 3.298	± 0.861
	200	19.369 ^e	15.395 ^{de}	13.864 ^{cd}	10.839 ^{bc}	5.956 ^{ab}
		± 5.343	± 4.844	± 3.988	± 2.116	± 0.920

DISCUSIÓN

En lo que se refiere a las características dietéticas de *Chaetoceros muelleri*, se demostró mediante los respectivos análisis bromatológicos que el contenido de proteínas fue más abundante, seguido por los lípidos y carbohidratos, lo cual coincide con la mayor parte de la literatura científica que señala que en condiciones normales las diatomeas tienden a almacenar lípidos con preferencia a los carbohidratos, ya que estos compuestos facilitan la flotación, tienen un mayor contenido energético como reservas (Sánchez Saavedra, 1994). Aunque la tendencia del contenido de proteínas fue, en todos los casos, fluctuante conforme se incrementó la concentración de nutrientes, los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos con medio F/2 y los más bajos en los tratamientos con el medio 8F, lo cual nos indica que en altas concentraciones de nutrientes el contenido de proteínas celular tiende a disminuir. En lo que se refiere a los lípidos y carbohidratos, la tendencia de la disminución conforme se incrementó la concentración de nutrientes del medio fue un poco más clara que la observada en las proteínas, pero esta disminución no siempre resultó ser significativa. En función del incremento de la densidad del inóculo se presentó una tendencia muy fluctuante tanto del contenido de lípidos como en el de

carbohidratos, lo cual nos indica que el contenido de estos productos es independiente de la densidad del inóculo inicial utilizado, debido a que no hay un efecto directo en el aumento de éstos.

CONCLUSIONES

La densidad celular y el peso seco (PS) de *Chaetoceros muelleri* registraron una tendencia a ser independientes de la densidad del inóculo, más no de la concentración de nutrientes del medio de cultivo.

El peso orgánico presenta una tendencia a ser independiente tanto de la concentración de nutrientes como la densidad del inóculo.

La composición proximal en términos de proteínas, lípidos y carbohidratos celular tiende a disminuir en altas concentraciones de nutrientes, además de presentar una tendencia a ser independientes de la densidad del inóculo, pero es compensado con la densidad celular.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial por el apoyo económico a través de los proyectos PI-PROFAPI-06-155 del Programa de Fomento y Apoyo a Proyectos de Investigación y del Proyecto de Cuerpo Académico “Ecofisiología y Cultivo de Organismos Acuáticos” UAS-CA-

162, de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

LITERATURA CITADA

- Bardach, J.; Ryther, E. y McLarney, W.O. (1972), *Aquaculture: the farming and husbandry of freshwater and marine organism*, John Wiley and Sons, New York. 686. pp.
- Brown, M.R.; Jeffrey, S.W. y Garland, C.D. (1989), *Nutritional aspects of microalgae used in mariculture: a literature review*, CSIRO Marine Laboratories Rep. 205, 44 pp.
- Conover, W. J. (1980), *Practical nonparametric statistics*, 2ª ed., John Wiley & Sons, New Cork. 493 pp.
- Coutteau, P., y Sorgeloos, P. (1992), *The use of algal substitutes and the requeriment for live algae in the hatchery and nursery rearing of bivalve molluscs*, J. Shellfish Res. 2: 29-34.
- Flaak, A. R., y Epifanio, C.E. (1978), *Dietary protein levels and growth of the oyster Crassostrea virginica*, Marine Biology. 15: 157-163.
- Sánchez Saavedra, M.P. (1994), *Efecto de la luz sobre el crecimiento, la composición bioquímica y el valor alimenticio de Chaetoceros sp. (Bacillariophyceae)*, tesis de Doctorado en Ciencias, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, México, 90 pp.
- Sokal, R. & F. Rohlf. (2000), *Biometry*, 3ª ed. Freeman, San Francisco, 880 pp.
- Tacon, A.G.J. (1990), *Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp*, Argent Laboratories press. Redmond, WA. 447 pp.
- Zar, J. H. (1999), *Biostatistical analysis*, 4ª ed. Prentice-Hall, New Jersey, 663 pp.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE HARINAS EXTRUDIDAS DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L)

Luis Martín Sánchez Magaña², Alfonso Bernal-Parra¹, Roberto Gutiérrez Dorado¹, Edith Oliva Cuevas Rodríguez¹, Saraid Mora Rochín¹, Cuauhtémoc Reyes Moreno^{1,2,3}, Jorge Milán Carrillo^{1,2,3,4},

¹Licenciatura en Ingeniería Bioquímica, Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa (FCQB-UAS); (2) Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos, FCQB-UAS; FCQB-UAS; (3) Programa Regional del Noroeste para el Doctorado en Biotecnología, FCQB-UAS; (4) Autor para correspondencia:

jmilanc@uas.uasnet.mx

RESUMEN

La extrusión representa una alternativa tecnológica para el mejoramiento de la calidad de leguminosas. El objetivo del presente trabajo fue determinar la mejor combinación de variables de proceso de extrusión [Temperatura de extrusión (TE) y velocidad de tornillo (VT)] para producir harinas de frijol extrudido. Los parámetros de las variables de proceso fueron 132-188 °C y 99-240 rpm para TE y VT, respectivamente. Se utilizó un diseño de composición central rotatable con dos factores y cinco repeticiones. Se aplicó la metodología de superficie de respuesta como técnica de optimización sobre tres variables; diferencia total de color (ΔE), índice de absorción en agua (IIA) e índice de solubilidad en agua (ISA). Se generaron modelos de predicción, para ΔE , IAA e ISA en función de TE y VT. La superposición de las gráficas de contorno de estas variables (minimizando ΔE , ISA; maximizando IAA) generó gráfica que muestran la mejor combinación de TE (166 °C) y VT (178 rpm) para obtener harina extrudida de frijol variedad Higuera Azufrada. Utilizando estas condiciones de extrusión se obtuvieron harinas extrudidas, las cuales se evaluaron fisicoquímica, funcional y nutricionalmente.

INTRODUCCIÓN

En el ámbito nacional, Sinaloa ocupa el segundo lugar como productor de frijol. El frijol común es una fuente razonablemente buena de proteínas (16-33% del peso del grano seco) y una excelente fuente de carbohidratos (50-60% del peso del grano

seco). Además, es una fuente razonablemente buena de vitaminas del complejo B y minerales (hierro, fósforo, calcio, potasio, magnesio). Sin embargo, posee factores indeseables (largos tiempos de cocción, taninos, fitatos, generadores de flatulencia) que deben ser eliminados antes de consumirlos. La extrusión representa una alternativa tecnológica para el mejoramiento de la calidad de leguminosas; puede utilizarse para generar nuevos productos a partir de frijol, incrementar su consumo y darles un valor agregado. El objetivo de esta investigación es adaptar la tecnología de extrusión para producir productos deshidratados de frijol. La primera parte consistirá en conocer las mejores condiciones del proceso de extrusión (temperatura de extrusión, velocidad de tornillo) para la obtención de productos deshidratados precocidos, en función de características de calidad de los mismos (absorción de agua, aceptabilidad, valor nutricional); se aplicará la metodología de superficie de respuesta como técnica de optimización. En la segunda parte se evaluará la calidad de los productos deshidratados obtenidos (valor nutricional, características fisicoquímicas y funcionales).

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Se utilizó frijol (*Phaseolus vulgaris* L) variedad Higuera Azufrado, como material de estudio. El grano se suministró por el Centro de Investigación Regional del Noroeste (CIRNO), Instituto Nacional de Investigadores Foresta-

les, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Valle de Culiacán, Sinaloa. Después de la cosecha, el material se limpió manualmente y se almacenó en recipientes de plástico, con cierre hermético, a 4 °C hasta su utilización.

MÉTODOS

Harinas de frijol extrudido

Para obtener harina de frijol extrudida, se utilizaron lotes de 0.5 kg, se descascarillaron utilizando una licuadora doméstica para fragmentar el grano y, después de esta operación, las testas se separaron por medio de corrientes de aire. Los cotiledones se molturaron en la misma licuadora a mediana velocidad para obtener fragmentos pequeños (1-2 mm) y polvo fino. Los fragmentos de frijol se acondicionaron con agua destilada a contenido total de humedad de 28g H₂O/100 g muestra n mezclaron. Cada lote se empacó en bolsas de polietileno y se almacenó (4°C) por 12 h para asegurar el equilibrio de la humedad; posteriormente se atemperó (25°C) durante 8 h antes de ser extrudidos. La extrusión se realizó en un extrusor de tornillo simple modelo 20 DN (CW Brabender Instruments, Inc, NJ, EUA). Las condiciones del extrusor se seleccionaron de combinaciones factoriales de las siguientes variables del proceso: Temperatura de extrusión (TE, 132-188 °C). Los extrudidos se colocaron en charolas de aluminio perforadas y posteriormente se sometieron a enfriado y secado a temperatura ambiental (25°C, HR% = 65%) por 24 h. Finalmente se sometieron a molienda hasta pasar a través de malla 80 (0.180 mm); se empacaron en bolsas de polietileno y se almacenaron a 4°C.

Diferencia total de color (ΔE). El color de las muestras se determinó en Colorímetro Minolta Chromameter mod CR-210 (Minolta LTD, Japón). La determinación de color se basó en el efecto triestímulo, donde **L** mide brillantez y varía de 100 (blanco) a cero (negro). Las dimensiones de cromaticidad son

dadas por los parámetros **a** y **b**. Para la evaluación del color se utilizaron 100 g de muestra colocada en la tapa de una caja Petri de vidrio Kimax de 15 cm de diámetro y se midieron los parámetros correspondientes **L**, **a** y **b**. Se utilizó un mosaico blanco como referencia (estándar) de valores **L**, **a** y **b** conocidos (**L**=97.63, **a**=-0.78 y **b**=2.85). La diferencia total de color (ΔE) de las muestras, se calcula con la ecuación: $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$, donde: ΔE = diferencia total de color entre el estándar y la muestra. ΔL , Δa y Δb = diferencias absolutas de los valores de **L**, **a** y **b** del estándar a utilizar y los valores correspondientes que se observaron en la muestra (Milán-Carrillo y col, 2002). Las lecturas se tomaron por quintuplicado.

Índice de absorción de agua (IAA). Se utilizó el método descrito por Anderson y col (1969). Una muestra de harina de 2.5 g se suspendió en 30 ml de agua a 30°C en un tubo para centrifuga de 50 ml previamente tarado. La suspensión se agitó, en agitador orbital, a una velocidad moderada por 30 min. La suspensión se centrifugó (3000 x g durante 10 min a 30°C). El líquido sobrenadante se decantó cuidadosamente en un recipiente tarado para la determinación de sólidos. El gel formado se pesó y se calculó el índice de absorción de agua con base en ese peso, reportándose como gramos de gel por gramo de muestra seca, realizándose las pruebas por triplicado.

Índice de solubilidad en agua (ISA). Se determinó de acuerdo al método reportado por Anderson y col (1969). Este parámetro se evaluó pesando los sólidos obtenidos después de evaporar en una estufa el sobrenadante de las muestras donde previamente se determinó el índice de absorción de agua. El ISA se expresó como el porcentaje de sólidos secos en 2.5 g de muestra, realizándose las pruebas por triplicado.

Diseño experimental y análisis estadístico. Para el proceso de extrusión se utilizó un diseño experimental de composición central

compuesto rotatable con dos factores [X_1 = temperatura de extrusión, 132-188 °C, X_2 = velocidad de tornillo, 99-240 rpm con 5 niveles (2 factoriales, 2 axiales y 1 central) (Cuadro 1). La “caja negra” (Fig. 1) muestra la relación entre las variables de proceso (X_1 = temperatura de extrusión, X_2 = velocidad de tornillo) y las variables de respuesta (ΔE , IAA y ISA).

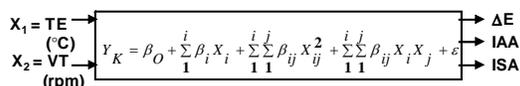


Fig. 1. Modelo empírico de superficie de respuesta para el proceso de extrusión a partir de frijol común.

Optimización. Para encontrar la mejor combinación de las variables del proceso, para la obtención de harina de frijol extrudido, se aplicó el método convencional gráfico (Minimizando ΔE , ISA; maximizando IAA). Las gráficas de contorno de cada una de las

variables de respuesta se utilizaron, a través de la metodología de superposición de superficies, para obtener gráficas de contorno para la observación y selección de la mejor combinación de TE y VT y así obtener harina de frijol extrudido. Para llevar a cabo estas operaciones se utilizó el programa STAT-EASE Design Expert versión 6.07 (Design Expert, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Modelos de predicción de las variables de respuesta

El Cuadro 1 muestra el efecto de la temperatura de extrusión (TE) y velocidad de tornillo (VT) sobre diferencia total de color (ΔE), índice de absorción en agua (IAA) e índice de solubilidad en agua (ISA) utilizadas para la producción de harinas de frijol extrudida.

Cuadro 1. Variables de respuesta para harinas de frijol extrudido a diferentes combinaciones de tiempo de extrusión (TE) y velocidad de tornillo (VT).

Ensayo No.	Variables codificadas		Variables originales		Variables de respuesta		
	X_1	X_2	TE (°C)	VT (rpm)	$Y_{\Delta E}$	Y_{IAA}	Y_{ISA}
1	-1	-1	140	120	12.21	3.64	13.88
2	1	-1	180	120	18.43	4.29	14.98
3	-1	1	140	220	19.25	3.93	14.39
4	1	1	180	220	19.25	4.41	16.62
5	-1.414	0	132	170	11.50	3.52	13.79
6	1.414	0	188	170	19.39	4.24	16.75
7	0	-1.414	160	99	13.86	4.07	14.82
8	0	1.414	160	240	15.49	4.47	14.69
9	0	0	160	170	13.52	4.07	15.16
10	0	0	160	170	14.39	4.17	15.98
11	0	0	160	170	12.95	4.16	15.96
12	0	0	160	170	14.34	4.09	16.03
13	0	0	160	170	13.83	4.12	15.62

^a Ordenamiento al azar

Diferencia total de color (ΔE). El análisis de regresión reveló que los cambios de ΔE del frijol Higuera Azufrado durante el proceso de

extrusión fueron promovidos por el TE (X_1 , $p \leq 0.001$), por los términos cuadráticos de TE(X_1^2 ,

$p \leq 0.05$) y $VT(X_2^2, p \leq 0.001)$. El modelo de regresión (Ec 1) se representa como:

$$Y_{\Delta E} = 14.5 - 0.42X_1 + 0.45X_1^2 + 0.91X_2^2$$

Este modelo de regresión explicó el 89% de variación total ($p \leq 0.001$) en los valores de ΔE . Las gráficas de superficie de respuestas y contornos para esta variable de respuesta se muestran en las figura 2A. En general se puede apreciar que al incrementarse el TE y la VT, dentro de la región experimental, el valor de ΔE de las harinas de frijol extrudido disminuyó hasta obtener un valor mínimo de 12.29.

IAA. El análisis de regresión indicó que los valores de IAA de harinas de frijol extrudido fueron afectadas significativamente por los términos lineales del TE ($X_1, p \leq 0.001$), VT ($X_2, p \leq 0.001$) y los términos cuadráticos de TE ($X_1^2, p \leq 0.1$) y VT ($X_2^2, p \leq 0.01$), así como por la interacción (TE)(VT) ($X_1X_2, p \leq 0.08$). El modelo ajustado (Ec 2) fue:

$$Y_{IAA} = 4.12 + 0.27X_1 + 0.12X_2 - 0.12X_1^2 + 0.07X_2^2 - 0.042X_1X_2$$

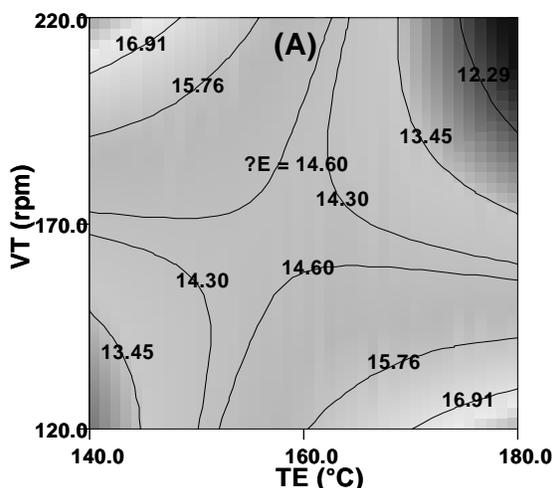


Figura 2A. Gráfica de contorno para el efecto de la efecto de la temperatura de extrusión (TE) y velocidad de tornillo (VT) sobre la diferencia total de color (ΔE).

El modelo de regresión explicó el 98% de la variación total ($p \leq 0.001$) en los valores de IAA. La representación gráfica del modelo se muestra en la Fig 2B, donde se puede apreciar que, dentro de la región experimental, el IAA de las harinas de frijol extrudido aumentó al

incrementarse el TE y VT, hasta obtener un valor máximo de 4.35.

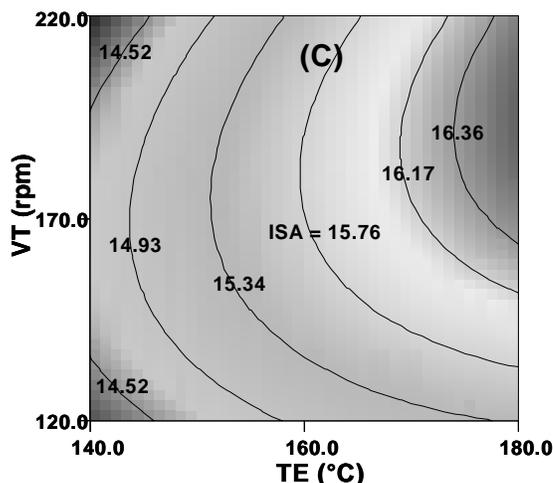


Figura 2B. Gráfica de contorno para el efecto de la efecto de la temperatura de extrusión (TE) y velocidad de tornillo (VT) sobre el índice de absorción en agua (IAA).

ISA. La ISA de las harinas de frijol extrudido dependieron significativamente de los términos lineales TE ($X_1, p \leq 0.001$) y VT ($X_2, p \leq 0.001$) y el término cuadrático de VT ($X_2^2, p \leq 0.05$). El modelo ajustado (Ec 3) fue:

$$Y_{ISA} = 15.8 + 0.86X_1 + 0.23X_2 - 0.52X_2^2$$

El modelo de regresión explicó 88% de la variación total ($p \leq 0.004$) en los valores de esta variable de respuesta. En la representación gráfica del modelo (Fig 2C) se aprecia que ISA de las harinas de frijol extrudido, dentro de la región experimental, aumentó al disminuir TE y VT. El valor máximo de ISA = 16.36 se obtuvo dentro de los intervalos de TE = 175-180 °C y VT = 170-220 rpm.

Optimización. Los modelos de predicción (Ec 1, 2 y 3) de cada una de las variables de respuesta, posibilitaron la obtención de gráficas de contorno (Fig. 2A, 2B, 2C) las cuales se sobrepusieron (minimizando ΔE y ISA/maximizando IAA) para construir la figura 3, que permite identificar visualmente el área de optimización. El punto central de esta área corresponde a la mejor combinación de variables de proceso para preparar harina de frijol extrudido: 166 °C/178 rpm.

CONCLUSIONES

El proceso de extrusión produce harinas de frijol extrudido con mejores características fisicoquímicas. La Metodología de superficie de respuesta (MSR) es una herramienta efectiva de optimización de proceso que involucra varias condiciones de proceso y diversas variables de respuesta. La combinación óptima de variables de proceso para la producción de harinas de frijol extrudido a través del proceso de extrusión, fue TE = 166 °C/VT = 178 rpm.

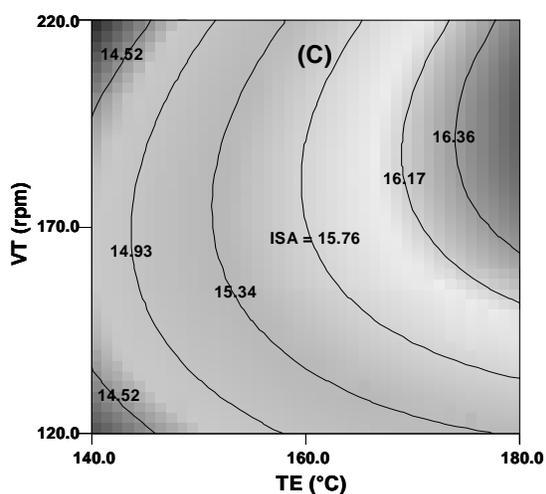


Figura 2C. Gráfica de contorno para el efecto de la temperatura de extrusión (TE) y velocidad de tornillo (VT) sobre el índice de solubilidad en agua (ISA).

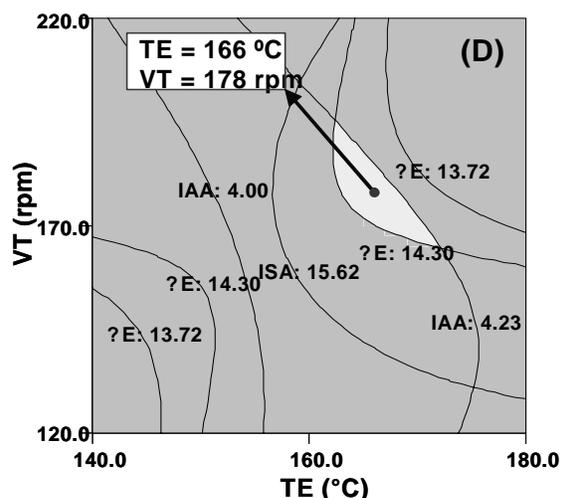


Figura 3. Región de la mejor combinación de variables de proceso de extrusión de frijol variedad Higuera Azufrado.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue financiado por la Universidad Autónoma de Sinaloa (Convocatoria 2006 del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación) y el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (Convocatoria CECyT 2006).

LITERATURA CITADA

- AOAC. (1998), Official methods of analysis 16^o ed. Harla, Association of Official Analytical Chemists, St. Paul, MN, EUA.
- Cubero, J.I. (1987), Morphology of Chickpea, en “The Chickpea”, pp. 35-75. Saxena, M.C. y Singh, K.B. (E), Wallingford, Oxon, UK. CAB, Int.
- FAO. (2005), <http://www.faostat.org/faostat>, en línea, agosto, 2005.
- FAO/WHO. (1991), Protein quality evaluation, pp. 66, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Chavan, J.K.; Kadam, S.S. y Salunkhe, D.K. (1987), Biochemistry and technology of chickpea (*Cicer arietinum* L) seeds, Cr. Rev. Food Sci. Nutr. 25 (2):107-156.
- Chavan, J.K.; Kadam, S.S. y Salunkhe, D.K. (1989), Chickpea, en “CRC Handbook of world food legumes: nutritional chemistry, processing technology and utilization”, vol I, pp. 247-288, CRC Press. Inc. Boca Ratón, FL, EUA.
- Iqbal, A.; Khalil, I.A.; Ateeq, N., y Khan, M.S. (2006), Nutritional quality of important food legumes, Food Chemistry, 97:331-335.
- Reyes-Moreno, C., y Paredes-López, O. (1993), Hard-to-cook phenomenon in common beans, Cr. Rev. Food Sci. Nutr. 33 (3):227-286.
- Reyes-Moreno, C.; Armienta-Rodelo, E.; Okamura-Esparza, J., y Milán-Carrillo, J. (2000^a), Influencia del almacenamiento a temperatura y humedad relativa altas sobre la calidad de garbanzo (*Cicer arietinum* L), Food Sci Technol Int 6(6):473-482.

- Reyes-Moreno, C.; Okamura-Esparza, J.; Gómez-Garza, R.M.; Armienta-Rodelo, E., y Milán-Carrillo, J. (2000b), Hard-to-cook phenomenon in chickpea (*Cicer arietinum* L). Effect of accelerated storage on grain quality, *Plant. Foods Hum. Nutr.* 55(3):229-241.
- Reyes-Moreno, C.; Rouzaud-Sandez, O.; Milán-Carrillo, J.; Garzón-Tiznado, J.A., y Hernández-Camacho, L. (2001), Hard-to cook tendency of chickpea (*Cicer arietinum* L) varieties, *J. Sci. Food Agric.* 81:1008-1012.

EFECTO DEL ALMACENAMIENTO SOBRE PROPIEDADES TECNOLÓGICAS Y NUTRICIONALES DE UNA NUEVA VARIEDAD DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L)

Saraid Mora Rochín¹, Ada Keila Milán Noris^{1*}, Edith Oliva Cuevas Rodríguez¹, Jorge Milán Carrillo^{1,2,3}, José Antonio Garzón Tiznado^{3,4}, Jaime López Cervantes^{3,5}, Cuauhtémoc Reyes Moreno^{1,2,3,6}

¹Licenciatura en Ingeniería Bioquímica, Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa (FCQB-UAS); ²Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos, FCQB-UAS; ³Programa Regional del Noroeste para el Doctorado en Biotecnología, FCQB-UAS; ⁴Instituto Nacional de investigadores Forestales, Agrícolas y Pecuario del Valle de Culiacán (INIFAP). ⁵Instituto Tecnológico de Sonora; ⁶Autor para correspondencia: creyes@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

El garbanzo es una leguminosa de importancia comercial en el noroeste de México. Sinaloa, Sonora y Baja California Sur son los principales estados productores. El garbanzo es la quinta leguminosa en importancia sobre la base de producción mundial de grano, después de soya, cacahuete, frijol y chícharo. La producción mundial de garbanzo en 2004 fue de alrededor de 9,172 miles de ton (FAO, 2005). El garbanzo es una buena fuente de energía y proteínas (18-25 % bs); además posee importantes cantidades de algunas vitaminas (niacina, tiamina, ácido ascórbico) y minerales (Ca, Fe, Cu, Zn, P, K y Mg) y es una excelente fuente de ácidos grasos insaturados (oleico, linoleico). Sin embargo, posee factores indeseables (tiempos de cocción largos, inhibidores enzimáticos, lectinas, ácido fítico, taninos y factores que generan flatulencia), los cuales deben reducirse o eliminarse antes de su consumo (Chavan y col., 1987, 1989). El garbanzo, como la mayoría de las leguminosas, tiende a desarrollar el fenómeno de endurecimiento, también conocido como hard-to-cook (HTC), cuando se almacena a temperatura y humedad relativa altas ($\geq 25^{\circ}\text{C}$, $\text{HR} \geq 65\%$).

El endurecimiento causa incremento en el tiempo de cocción del grano, disminuye su calidad nutricional y deteriora atributos sensoriales de leguminosas (Reyes-Moreno y Paredes-López, 1993; Reyes-Moreno y col., 2000, 2001). El objetivo de la presente

investigación fue conocer el efecto del almacenamiento a temperatura y humedad relativa altas sobre las propiedades tecnológicas y nutricionales de una nueva variedad de garbanzo para consumo humano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Se utilizó garbanzo (*Cicer arietinum* L) variedad Suprema 03, como material de estudio. El grano se suministró por el Centro de Investigación Regional del Noroeste (CIRNO), Instituto Nacional de Investigadores Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), valle de Culiacán, Sinaloa. Después de la cosecha, el material se limpió manualmente y se almacenó en recipientes de plástico con cierre hermético, a 4°C hasta su utilización.

Métodos

Caracterización física del grano

Las dimensiones físicas del grano (largo, ancho y grosor) se evaluaron en 25 granos seleccionados al azar, utilizando un vernier. Las pruebas se realizaron por triplicado. Para evaluar el porcentaje de testa se utilizó la metodología propuesta por Reyes-Moreno y col. (2000 b).

Composición química del grano

Se determinó en harinas integrales. Los granos se fragmentaron en una licuadora doméstica, operada a velocidad alta. Posteriormente, el grano fragmentado y partículas derivadas se molieron (Udy Cyclone Simple Mill) hasta obtener una harina que pasó a través de malla 80 (0.108 mm). A las harinas se les evaluó humedad (met 44.15, AOAC, 1998); proteína cruda (met 46.12, AOAC, 1998), lípidos (met 30.25, AOAC, 1998); cenizas (met 32.10, AOAC, 1998).

Almacenamiento del grano a temperatura y humedad relativa altas (endurecimiento)

Se colocó un lote de 5 kg de garbanzo fresco en porciones de aprox. 250 g cada una en recipientes de plástico sin tapa. Éstos se colocaron en recipientes más grandes conteniendo una disolución saturada de cloruro de sodio (HR= 76%). Los recipientes se cerraron herméticamente y se colocaron en una estufa a 32 ± 1 °C. Durante los 160 días que duró el almacenamiento, cada diez días se retiraron los recipientes de la estufa con el propósito de revisar, airear y mezclar las muestras. Cada veinte días se retiraron porciones de 250 g de cada material, se colocaron en bolsas de plástico dentro de recipientes herméticamente cerrados y se almacenaron a 4°C hasta su utilización. A este material se le refiere como garbanzo endurecido por almacenamiento (Reyes-Moreno y col. 1994b).

Capacidad de absorción de agua

Se determinó de acuerdo con la técnica reportada por Reyes-Moreno y col. (2001). Esta evaluación se realizó en garbanzo entero fresco y endurecido por almacenamiento (32 ± 1 °C, HR=76%, 160 días). Lotes de 25 granos enteros se remojaron en cuatro volúmenes de agua destilada en un baño de agua a 25 ± 2 °C. La prueba duro 24 h.

Durante las primeras 8 h se drenaron y pesaron los garbanzos en intervalos de 1 h; durante el resto de la prueba los intervalos de tiempo de medición fueron de 2 h. El porcentaje de absorción de agua se calculó de la siguiente manera:

$$\text{CAA} = \left[\frac{\text{PMR} - \text{PMS}}{\text{PMS}} \right] 100$$

Donde: CAA = por ciento de absorción de agua del material; PMR= peso del material remojo (g); PMS= peso del material seco (g)

Tiempo de cocción de grano entero (fresco / endurecido)

Para esta determinación se utilizó un cocedor tipo Mattson (Reyes-Moreno y col., 2001). El cocedor consta de 25 agujas, cada una con un peso aproximado de 75 ± 0.5 g y dos mm de diámetro de punta. Los 25 granos de garbanzo con o sin remojo previo se colocaron en el cocedor tipo Mattson, introduciendo el equipo en un vaso de acero inoxidable con 1.5 L de agua destilada en ebullición. Este volumen se mantuvo constante durante toda la prueba. El tiempo de cocción se definió, teniendo como base evaluaciones sensoriales preliminares, como el tiempo necesario para que quince agujas hayan atravesado otros tantos granos (60 % de garbanzo cocido). Las pruebas se realizaron por triplicado.

Evaluación nutricional

Se realizó en grano fresco y endurecido. En ambos casos se obtuvieron harinas que pasaron a través de malla 80. Se realizaron pruebas de digestibilidad proteínica *in vitro* (Hsu y col., 1977), perfil de aminoácidos esenciales (Elkin y Griffith, 1985) y relación de eficiencia proteínica calculada (C-PER) (Satterlee y col., 1979).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La nueva variedad presentó promedios de longitud, ancho y grosor de 14.2 mm, 10.4 mm y 10.3 mm, respectivamente (Cuadro 1). Las dimensiones físicas de granos son indicadores importantes de la calidad comercial, manejo y almacenamiento de los mismos (Desphande y col., 1984; Cubero, 1987). Existe una correlación entre las características de remojo y calidad de cocción con las características físicas del grano entero (Williams y col., 1983). El porcentaje de testa de Suprema 03 fue de 4.67, similar al reportado para materiales claros de garbanzo para consumo humano: 4.79 (Reyes-Moreno y col., 2001). En estudios sobre frijón común y garbanzo se ha reportado que a mayores porcentajes de testa se observa menor calidad de cocción y mayor tendencia al endurecimiento (Reyes-Moreno y col., 1994^a, 2000a,b)

Cuadro 1. Características físicas del garbanzo Suprema 03.

Característica	Garbanzo Suprema 03
Dimensiones físicas (mm) ¹	
Longitud	14.2 ± 0.86
Ancho	10.4 ± 0.86
Grosor	10.3 ± 0.39
Peso hectolítrico (Kg/hL) ²	73.8 ± 9.99
Peso de 100 granos (g) ³	76.3 ± 1.89
Calibre (granos/30 g) ³	38-44
% testa ⁴	4.67 ± 0.12

¹Promedio de 25 repeticiones²; Promedio de 10 repeticiones³; Promedio de 5 repeticiones⁴; Promedio de 3 repeticiones.

El contenido de proteína de Suprema 03 fue 27.9% (bs) (Cuadro 2), valor más alto que los reportados para otras variedades de garbanzo: 21.6 % (bs) (Rincón y col., 1998), 23.6% (bs) (Alajaji y El-Adawy, 2006). Las diferencias en el contenido de proteínas se atribuyen a variedad, tipo de suelo y prácticas agronómicas (Batí y col., 2000). Suprema 03 presentó un contenido de lípidos de 5.9 % (bs); este valor se encuentra dentro del rango (5.1-6.7 %, bs) reportado, para diferentes

variedades de garbanzo (Almeida y col. 2006, Iqbal y col. 2006).

Cuadro 2. Composición nutrimental del grano de garbanzo Suprema 03.

Componente (% bs)	Garbanzo Suprema 03
Proteínas	27.9 ± 0.09
Carbohidratos	63.4 ± 1.2
Lípidos	5.9 ± 0.1
Cenizas	2.9 ± 0.08

¹ Los datos son promedio de tres repeticiones.

² Por diferencia.

El grano de garbanzo Suprema 03 presentó valores de “L” y diferencia total de color (ΔE) de 90.9 y 15.1, respectivamente (Cuadro 3). Estos valores corresponden a un material “claro”, reconocido sensorialmente como “blanco lechoso”. La capacidad de absorción de agua (después de 12 h de remojo en agua destilada) y el tiempo de cocción (sin remojo previo) de los granos de garbanzo Suprema 03 fueron 108.4% y 132 min, respectivamente.

Cuadro 3. Características fisicoquímicas y funcionales de garbanzo Suprema 03.

Propiedades	Garbanzo Suprema 03
<i>Fisicoquímicas</i>	
<i>Color</i>	
Valor Hunter “L”	90.9 ± 0.32
Diferencia total de color (ΔE)	15.1 ± 0.31
Actividad acuosa (a_w)	0.48 ± 0.02
<i>Funcionales</i>	
Capacidad de absorción de agua (%)	108.4 ± 5.0
Tiempo de cocción (min)	132.0 ± 3.7

¹ Todas las evaluaciones se hicieron por triplicado.

² Después de 12 h de remojo, en tres volúmenes de agua destilada, a 25°C.

El almacenamiento del grano a temperatura y humedad relativas altas provocó un incremento ($p \leq 0.05$) en el tiempo de cocción de dicho grano (Cuadro 4). Durante los primeros cuarenta días de

almacenamiento el tiempo de cocción se incrementó de 132 a 151 min. A los ochenta y ciento veinte días de almacenamiento el tiempo de cocción de los granos fue de 172 y 225 min, respectivamente; a los 160 días el tiempo de cocción fue de 281 min.

Cuadro 4. Efecto del almacenamiento¹ sobre el tiempo de cocción de garbanzo Suprema 03.

Tiempo de almacenamiento (días)	Tiempo de cocción (min) ^{2,3}
0	132 ± 0.7 ^e
40	151 ± 1.4 ^d
80	172 ± 1.4 ^c
120	225 ± 9.2 ^b
160	281 ± 9.2 ^a

¹ Almacenamiento 32 ± 1°C/HR=75%.

² Tiempo necesario para que 15 agujas (60%) atraviesen otros tantos granos en un Cocedor Mattson de 25 agujas de acero inoxidable (peso aguja 75 ± 0.5 g c/u y, diámetro de punta= 2 mm). No hubo remojo previo. Medio de cocción: agua destilada.

³ Las medias se separaron por columna aplicando la prueba de rango múltiple de Duncan. Medias con la misma letra no son diferentes (p<0.05).

Las proteínas del grano de garbanzo recién cosechado tuvieron una digestibilidad *in vitro* de 78.4% (Cuadro 5). Sánchez-Vioque y col. (1999) reportaron una digestibilidad proteínica *in vitro* de 76.2 para garbanzo español. La digestibilidad de proteínas en leguminosas es afectada principalmente, por la estructura globular de las proteínas, que dificulta la acción enzimática y por la presencia de inhibidores de tripsina y quimiotripsina.

El almacenamiento provocó una disminución (p<0.05) en la digestibilidad proteínica *in vitro*; a los 160 días de almacenamiento la digestibilidad proteínica *in vitro* fue de 73.96%. Esto coincide con lo reportado por otros investigadores (Reyes-Moreno y col., 2001) quienes reportaron una disminución en la digestibilidad proteínica *in vitro*, de tres variedades de garbanzo (Surutato 77, Mocosi-to 88, Blanco Sinaloa 92) como

consecuencia del almacenamiento, a temperatura y humedad altas.

Cuadro 5. Efecto del almacenamiento sobre digestibilidad proteínica *in vitro* de garbanzo Suprema 03.

Tiempo de almacenamiento (días)	Digestibilidad proteínica <i>in vitro</i> (%)
0	78.40 ± 0.89 ^a
60	74.77 ± 0.38 ^b
120	73.05 ± 0.25 ^c
160	73.96 ± 0.38 ^c

¹ Almacenamiento 32 ± 1°C/HR=75%.

² Las medias se separaron por columnas aplicando la prueba de rango múltiple de Duncan. Medias con la misma letra no son diferentes (p<0.05).

En general, el contenido de AAE de las proteínas de garbanzo fresco disminuyó (p ≤ 0.05) por efecto del almacenamiento (32 ± 1°C, HR= 75%, 160 días) (Cuadro 6). El garbanzo fresco y endurecido tuvieron un contenido total de aminoácidos esenciales (AAET) de 37.3 y 38.1 g/100 g de proteína, respectivamente; estos valores son mayores que los recomendados por la FAO/WHO (1991) para niños de 2-5 años (33.9 g AAE/100 g de proteína).

Cuadro 6. Perfil de aminoácidos esenciales de garbanzo Suprema 03.

AAE (g AAE/100g de proteína)	Garbanzo		AAE ³ (2-5 años) ⁵
	Fresco	Endurecido	
Histidina	2.29 ^a	2.10 ^b	1.9
Isoleucina	3.31 ^a	3.28 ^a	2.8
Leucina	7.00 ^b	7.21 ^a	6.6
Lisina	6.28 ^a	6.19 ^b	5.8
Metionina + Cisteína	2.24 ^a	1.99 ^b	2.5
Fenilalanina + Tirosina	8.17 ^a	8.21 ^b	6.3
Treonina	3.48 ^a	3.33 ^b	3.4
Triptófano	0.99 ^a	0.92 ^b	1.1
Valina	3.54 ^a	3.98 ^b	3.5
AAET ⁴	37.3	37.1	33.9

AAE (g AAE/100g de proteína)	Garbanzo		AAE ³ (2-5 años) ⁵
	Fresco	Endurecido	
AAE Limitante	Met + Cis	Met + Cis	
Calificación química	0.89	0.80	
C-PER	1.75 ^a	1.49 ^b	

¹ Los resultados se analizaron por renglones aplicando la prueba de rango múltiple de Duncan. Valores con la misma letra no tienen diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

² Almacenamiento $32 \pm 1^\circ\text{C}/\text{HR} = 75\%/160$ días.

³ FAO/WHO (1991).

⁴ AAET = Aminoácidos esenciales totales.

⁵ Requerimientos para niños de 2-5 años.

El contenido de histidina, lisina, treonina y triptófano disminuyó ($p \leq 0.05$) en 8.3%, 1.4%, y 7.1, respectivamente. El efecto más significativo del almacenamiento sobre el garbanzo fresco fue el cambio en el contenido de aminoácidos azufrados (Metionina + Cisteína), los cuales disminuyeron en 11.2%. Estos resultados coinciden con los resultados de Uma-Reddy y Pushpamma (1986), ellos reportaron disminución en el contenido de aminoácidos esenciales en garbanzo por efecto de almacenamiento a temperatura y humedad relativa altas. La calificación química (CQ) de aminoácidos esenciales disminuyó de 0.89 a 0.80 por efecto del almacenamiento. Las proteínas del grano de garbanzo, fresco y endurecido, no cubrieron satisfactoriamente las recomendaciones para niños de 2-5 años recomendado por la FAO/WHO (1991); las proteínas de garbanzo presentan deficiencias en aminoácidos esenciales azufrados (Metio-nina + Cisteína).

El almacenamiento provocó disminución ($p \leq 0.05$) en el valor de relación de eficiencia proteínica calculada (C-PER) (1.75 en grano de garbanzo fresco vs 1.49 en grano de garbanzo endurecido) (Cuadro 6). Este decremento (14.9%) en el C-PER está relacionado con la disminución en la digestibilidad proteínica *in vitro* y en el contenido de aminoácidos esenciales. Estos

parámetros se utilizan en la determinación de C-PER, y cualquier cambio en ellos altera el valor final de este indicador (Hsu y col., 1977; Satterle y col., 1982). El C-PER de grano de garbanzo fresco y endurecido corresponden al 70% y 59.6% del C-PER de caseína, respectivamente

CONCLUSIONES

El garbanzo Suprema 03, por su peso de 100 semillas, calibre y peso hectolítrico puede clasificarse como variedad “Extra-grande”.

El color del garbanzo Suprema 03 lo ubica como un grano “blanco lechoso” de mayor aceptación, en el mercado internacional, que variedades con color “blanco cremoso” (Blanco Sinaloa 92).

El contenido de proteína fue superior ($p \leq 0.05$) a variedades comerciales de garbanzo (Surutato 77, Mocorito 88, Blanco Sinaloa 92).

El almacenamiento a temperatura y humedad relativa alta provocó el desarrollo del fenómeno de endurecimiento en el grano de garbanzo Suprema 03.

El almacenamiento a temperatura y humedad relativa altas causó aumento en el contenido de humedad, actividad acuosa, diferencia total de color y tiempo de cocción y una disminución en la capacidad de absorción de agua del grano.

El almacenamiento a temperatura y humedad relativa altas causó un deterioro en la calidad nutricional del grano. Se observaron disminuciones ($p \leq 0.05$) en digestibilidad proteínica *in vitro*, contenido de algunos aminoácidos esenciales (azufrados, histidina, lisina, treonina y triptofano) y relación de eficiencia proteínica calculada (C-PER).

El grano de garbanzo Suprema 03 posee características físicas, fisicoquímicas, funcionales y nutricionales que le permitirán una gran aceptación por los consumidores, en el mercado nacional e internacional.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue financiado por la Universidad Autónoma de Sinaloa (Convocatoria 2006 del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación) y el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (Convocatoria CECyT 2006).

LITERATURA CITADA

AOAC. (1998), Official methods of analysis 16° ed. Harla, Association of Official Analytical Chemists, St. Paul, MN, EUA.

Cubero, J.I. (1987), Morphology of chickpea. en “The Chickpea”, pp. 35-75, Saxena M.C., y Singh, K.B. (E), Wallingford, Oxon, UK. CAB, Int.

FAO, (2005), <http://www.faostat.org/faostat>, en línea, agosto, 2005.

FAO/WHO. (1991), Protein quality evaluation, pp. 66, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Chavan, J.K.; Kadam, S.S., y Salunkhe, D.K. (1987), Biochemistry and technology of chickpea (*Cicer arietinum* L) seeds, Cr. Rev. Food Sci. Nutr. 25 (2):107-156.

Chavan, J.K.; Kadam, S.S., y Salunkhe, D.K. (1989), Chickpea, en “CRC Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology and Utilization”, vol I, pp. 247-288, CRC Press, Inc. Boca Ratón, Fl, EUA.

Hsu, H.W.; Vavak, D.L.; Satterlee, L.D., y Miller, G.A. (1977), A multienzyme technique for estimating protein digestibility, J. Food Sci. 42:1269-1273.

Iqbal, A.; Khalil, I.A.; Ateeq, N., y Khan, M.S. (2006), Nutritional quality of important food legumes, Food Chemistry, 97:331-335.

Reyes-Moreno, C., y Paredes-López, O. (1993), Hard-to-cook phenomenon in common beans, Cr. Rev. Food Sci. Nutr. 33 (3):227-286.

Reyes-Moreno, C.; Armienta-Rodelo, E., Okamura-Esparza, J., y Milán-Carrillo, J.

(2000a), Influencia del almacenamiento a temperatura y humedad relativa altas sobre la calidad de garbanzo (*Cicer arietinum* L), Food Sci. Technol. Int. 6(6):473-482.

Reyes-Moreno, C.; Okamura-Esparza, J.; Gómez-Garza, R.M.; Armienta-Rodelo, E., y Milán-Carrillo, J. (2000b), Hard-to-cook phenomenon in chickpea (*Cicer arietinum* L). Effect of accelerated storage on grain quality, Plant. Foods Hum. Nutr. 55(3):229-241.

Reyes-Moreno, C.; Rouzaud-Sandez, O.; Milán-Carrillo, J.; Garzón-Tiznado, J.A., y Hernández-Camacho, L. (2001), Hard-to-cook tendency of chickpea (*Cicer arietinum* L) varieties, J. Sci. Food Agric. 81:1008-1012.

EVALUACIÓN DE DIFERENTES FLUJOS DE ALIMENTACIÓN SOBRE LAS TASAS DE FILTRACIÓN Y CLARIFICACIÓN DE *Anadara tuberculosa*

Mario Nieves Soto^{1*}, Vicente Paúl Fonseca García², Pablo Piña Valdez¹, Humberto González Vega³, José Cristóbal Román Reyes¹ y María Alejandra Medina Jasso¹. ¹Cuerpo Académico "Ecofisiología y Cultivo de Organismos Acuáticos (UAS-CA-162), Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa. ²Tesista de Licenciatura, Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit. ³Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit, (UAN-CA-81).

*maniso@mzt.megared.net.mx

INTRODUCCIÓN

A pesar de la importancia económica del género *Anadara*, son nulos los estudios dirigidos a investigar la ecofisiología de estos bivalvos, aunque en la actualidad no hay una biotecnología para su cultivo, este género no deja de ser ampliamente reconocido como un recurso pesquero potencialmente explotable (Massó Rojas *et al.*, 1996). En este contexto la evaluación de las tasas de filtración y clarificación en moluscos bivalvos, son fundamentales en la estimación del balance energético conjuntamente con otras variables fisiológicas, las cuales han sido motivo de frecuentes discusiones debido a la variedad de métodos utilizados (Filgueira *et al.*, 2006), pues se ha demostrado que son influenciadas por los diferentes niveles de flujo a través de los recipientes que contienen los organismos experimentales (Hildreth y Crisp, 1976), así como por la forma y tamaño de los mismos (Riisgård, 2001; Cranford 2001; Widdows 2001) y validación. Por este motivo en este estudio se evaluó el efecto de diferentes flujos sobre la tasas de filtración y clarificación de *Anadara tuberculosa* en condiciones de laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los organismos fueron colectados en la bahía de Altata, Sinaloa; se seleccionaron organismos entre 50-60 mm de largo. Durante 15 días fueron aclimatados a una salinidad de 35±1 ‰, una temperatura de 23±0.5 °C, y alimentados diariamente con la microalga *Chaetoceros muelleri*. Se realizaron un total de

ocho experimentos, los flujos fueron de 1.8, 2.4, 3.0, 3.6, 4.2, 4.8, 5.4 y 6.0 L·h⁻¹. Se seleccionaron diez organismos al azar previamente aclimatados, y colocados cada uno en recipientes con capacidad de 1 L y agua de mar filtrada a 1 µm, los cuales fueron sometidos a los diferentes flujos experimentales cada tercer día. Cada experimento duró cuatro horas y constó de 10 repeticiones y un testigo, con la finalidad de medir el efecto mecánico del par de valvas vacías en la sedimentación del alimento. La temperatura se mantuvo en 23±0.5 °C y fue controlada mediante un termorregulador, la cantidad de alimento fue suministrado en flujo continuo con una densidad celular propuesta de 80,000 células·ml⁻¹ y controlado por una bomba multicanal.

La tasa de filtración (TF) en los organismos filtradores se define como el volumen de agua del cual todas las partículas suspendidas son extraídas por unidad de tiempo. Esta variable fue estimada a partir de una de las ecuaciones propuestas por Hildreth y Crisp (1976), definida de la manera siguiente:

$$TF = \frac{(C_1 - C_2)}{C_1} F$$

En donde F es el flujo a través del recipiente experimental en L·h⁻¹, C_1 es la densidad de partículas en la salida del recipiente testigo el cual contiene un par de valvas vacías, C_2 es la densidad de partículas en la salida de cada uno de los recipientes, tanto C_1 como C_2 fueron determinadas cada cuatro horas con un contador de partículas Spectrex Laser, Model PC-2000.

La tasa de clarificación (TC) fue evaluada de acuerdo al procedimiento propuesto por Winter (1978), el cual consiste en multiplicar la tasa de filtración ($L \cdot h^{-1}$) por la concentración del peso seco del alimento ($mg \cdot L^{-1}$) en la salida del recipiente testigo, cuyas unidades son $mg \cdot h^{-1}$. Para determinar el peso seco del alimento se utilizaron filtros de fibra de vidrio Whatman GF/C de 47 mm de diámetro previamente incinerados a 450 °C en una mufla y precalibrados en una balanza analítica semimicro. Las muestras filtradas se lavaron con formiato de amonio para eliminar las sales adventicias, luego fueron secados en una estufa a 60 °C y pesados hasta obtener el peso seco constante. Finalmente los valores de la TF y la TC fueron estandarizados dividiéndolos entre el peso seco del tejido blando de cada uno de los organismos experimentales. Los datos obtenidos en este estudio fueron

procesados mediante análisis de varianza por bloques (Sokal y Rohlf, 2000).

RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran los valores promedio de la densidad del alimento suministrado durante las cuatro horas que duró cada uno de los experimentos; el valor mínimo observado fue de 74,833 células· ml^{-1} y el máximo de 101,182 células· ml^{-1} en los flujos de 6.0 y 3.0 $L \cdot h^{-1}$ respectivamente. El análisis de regresión aplicado a estos datos indica que la concentración celular es independiente del flujo ($p > 0.05$), además la correlación entre la densidad del alimento y las tasas de filtración y clarificación no son significativas ($p > 0.05$), razón por la cual se infiere que estos niveles de variabilidad de la densidad del alimento suministrado no es considerado como un factor que influyó en la TF y la TC.

Tabla 1. Densidad promedio del alimento en número de partículas por mililitro suministrado en cada uno de los niveles de flujos experimentales.

	Flujo en $L \cdot h^{-1}$							
	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0
Densidad del Alimento	79,786	79,343	101,182	81,001	76,118	83,111	82,387	74,833

Los valores promedio de la tasa de filtración (TF) y de clarificación (TC) se resumen en la tabla 2, el valor promedio más alto de la TF fue de 1.835 $L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$ con un flujo de 4.2 $L \cdot h^{-1}$, mientras que el valor más bajo observado fue de 0.674 $L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$ en el flujo de 1.8 $L \cdot h^{-1}$. El análisis de varianza por bloques detectó diferencias significativas entre algunos niveles de flujo ($p < 0.05$), la prueba de comparaciones múltiples indica que las TF

promedio ubicadas en los flujos comprendidos entre 3 y 6 $L \cdot h^{-1}$ son significativamente mayores que los promedios obtenidos en los flujos de 1.8 y 2.4, se observa además una tendencia clara de la TF a ser independiente en el intervalo de flujo de 3.0-6.0 $L \cdot h^{-1}$, a pesar de que únicamente la TF de 1.165 $L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$ es significativamente menor que las registradas en los flujos de 4.2 y 5.4 $L \cdot h^{-1}$.

Tabla 2. Valores promedio y desviaciones estándar de la tasa de filtración (TF) en $L \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$ y clarificación (TC) en $mg \cdot h^{-1} \cdot g^{-1}$ de *Anadara tuberculosa* en diferentes flujos. Letras iguales o comunes indican que no hay diferencias significativas entre los tratamientos (análisis de varianza por bloques, $\alpha = 0.05$).

	Velocidad de flujo en $L \cdot h^{-1}$							
	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0
TF	0.674 ^a	0.995 ^a	1.165 ^{ab}	1.667 ^{bc}	1.835 ^c	1.565 ^{bc}	1.704 ^c	1.632 ^{bc}
	± 0.293	± 0.542	± 0.513	± 0.581	± 0.698	± 0.391	± 0.540	± 0.665
TC	10.746 ^a	14.667 ^a	19.309 ^b	24.620 ^b	25.487 ^b	26.986 ^b	26.838 ^b	23.277 ^b
	± 4.675	± 7.993	± 8.510	± 8.590	± 9.691	± 6.734	± 8.502	± 9.485

La TC de *A. tuberculosa* mantuvo una tendencia semejante a la TF, no coincidente con el valor máximo, pues en el caso de la TC éste correspondió al flujo de $4.8 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ con un valor promedio de $26.986 \text{ mg}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$. Por otra parte, la TC aumentó significativamente cuando el flujo de alimentación pasó de 2.4 a $3.0 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ con valores de 14.667 a $19.309 \text{ mg}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$, a partir de este último valor la TC se mantuvo con ligeras fluctuaciones y sin cambios significativos ($p>0.05$), mostrando un alto nivel de independencia con respecto al aumento del flujo de alimentación.

DISCUSIÓN

Los estudios sobre la ecofisiología de los organismos acuáticos son de gran importancia en acuicultura, ya que a través de éstos es posible generar información acerca de la posible respuesta fisiológica del organismo ante los cambios de los factores ambientales. La especie *Anadara tuberculosa* se caracteriza por habitar en condiciones ambientales extremas, soportando diaria y estacionalmente fluctuaciones amplias de temperatura, salinidad, cantidad de materia total particulada y de flujos.

Uno de los problemas en este tipo de estudios es mantener el suministro de alimento en las condiciones establecidas en cada uno de los experimentos, con la finalidad de evitar que sea un factor más en la planeación experimental. En esta investigación y de acuerdo a los resultados obtenidos, el suministro de alimento fue independiente de los flujos de alimentación, además tampoco estuvo correlacionado con las tasas de filtración y clarificación.

En este estudio se observó que la tasa de filtración resultó independiente a partir del flujo de $3 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$, estos resultados no coinciden de alguna forma con los obtenidos por Hildreth y Crisp (1976) cuando alimentaron *Mytilus edulis* con *Isochrysis galbana* con concentraciones entre $10,549$ y $20,659 \text{ cel}\cdot\text{ml}^{-1}$ y flujos que fluctuaron entre 4.5 y $30 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$, pues en este caso esta variable logró

estabilizarse en el flujo de $12 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$, probablemente se debió a que en cada uno de los experimentos se introdujeron más de un individuo por recipiente a partir de los cuales fue calculada la TF, sin embargo es evidente que en un determinado nivel de flujo mínimo establecido, la tendencia de la tasa de filtración y clarificación es a aumentar conforme se incrementa el flujo de alimentación.

Por otro lado, de acuerdo a estudios enfocados a evaluar la capacidad de los moluscos bivalvos en la remoción de partículas, como el de Haven y Morales (1970) realizados con *Crassostrea virginica*, señalan que este tipo de organismos registran un efecto negativo en su alimentación al aumentar el nivel de flujo, provocando que la capacidad de remoción de partículas disminuya a más del 50%. Esto no se vio reflejado con *Anadara tuberculosa* ya que en todas las situaciones experimentales a las que fue expuesta, su tasa de filtración y clarificación no se vio afectada de manera negativa por los diferentes niveles de flujo, seguramente esta especie puede desarrollarse normalmente en zonas de fuertes corrientes ya que su alimentación es independiente del flujo a la cual se exponga, esto mismo fue planteado por Cooper y Marshall (1963) y Kirby-Smith (1972), quienes demostraron que las escalopas obtienen un crecimiento óptimo cuando éstas son confinadas en zonas donde la corriente de marea es de alta energía.

Es escasa literatura relacionada con la ecofisiología del género *Anadara*, recientemente Miranda Baeza (2005) realizó un estudio con *Anadara tuberculosa* cultivada en el canal de descarga de una granja camaronera durante un ciclo de producción, encontró que esta especie puede filtrar entre 0.14 y $0.88 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$, y clarificar entre 14.72 y $56.59 \text{ mg}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$, estos valores de la tasa de filtración y clarificación son semejantes a algunos de los obtenidos en este estudio con un flujo de $3.0 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$.

Con base en lo anterior:

CONCLUSIONES

En este estudio se comprobó que la tasa de filtración y clarificación es independiente de los flujos de alimentación utilizados en este estudio, estas variables fisiológicas no mostraron en la mayoría de los casos diferencias en el intervalo de 3.0-6.0 L·h⁻¹, lo cual confirma que *Anadara tuberculosa* no se ve afectada por los diferentes flujos de alimentación.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial por el apoyo económico para la adquisición de los materiales diversos y consumibles, que fueron proporcionados a través de los proyecto PI-PROFAPI-06-152 del Programa de Fomento y Apoyo a Proyectos de Investigación y del Cuerpo Académico “Ecofisiología y Cultivo de Organismos Acuáticos” UAS-CA-162, de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

LITERATURA CITADA

Cooper, R.A., y Marshall, N. (1963), Condition of the bay scallop *Aequipecten irradians*, in relation to age and environment, Chesapeake Science, 4: 34-126 p.

Cranford, P. J. (2001), On evaluating the ‘reliability’ of filtration rate measurements on bivalves, Mar. Ecol. Prog. Serv. 215:303-305 p.

Filgueira, R., Labarta, U., and Fernandez-Reiriz, M. J. (2006), Flow-through chamber method for clearance rate measurements in bivalves: design and validation of individual chambers and mesocosm, Limnol. Oceanogr: Methods, 4, 284–292 p.

Haven, D.S., y Morales-Alamo, R. (1970), Filtration of particles from suspension by the American oyster *Crassostrea virginica*, Biological Bulletin, Marine Biological Laboratory, Woods Hole, Mass. 139: 248-64 p.

Hildreth y D.I., y Crisp, D.J. (1976), A corrected formula for calculation of filtration rate of

bivalve molluscs in experimental flowing system, J. Mar. Biol. Ass, U. K. 56: 111-120 p.

Kirby-Smith, W.W. (1972), Growth of the bay scallop: influence of experimental water currents, J. of Exp. Mar. Biol. and Ecol. 8(1): 7-18 p.

Massó Rojas, J.A.; Vélez-Barajas, J.A.; Fajardo-León, M.C., y Singh-Cabanillas, J. (1996), Principales recursos malacológicos de Baja California Sur, pp. 241,247, en: Pesquerías relevantes de México, Instituto Nacional de Pesca, México, D.F.

Miranda-Baeza, A. (2005), Remoción de material particulada en efluentes de estanquería de camarón con *Anadara tuberculosa* (Pelecípoda: Arcidae), tesis de Doctorado, Posgrado en ciencias orientadas a la acuicultura, Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, Ensenada, Baja California, México, 124 pp.

Riisgård, H.U. (2001), Inaccurate bivalve clearance rate measurements: a reply, Mar. Ecol. Prog. Serv. 221: 307-309 p.

Sokal, R.R., y Rohlf, F.J. (2000), Biometry: The principles and practice of statistics in biological research, 3d ed. W.H. Freeman and Company, 887 pp.

Widdows, J. (2001), Bivalve clearance rates: inaccurate measurements or inaccurate reviews and misrepresentation?, Mar. Ecol. Prog. Serv. 221:303-305.

Winter, J.E. (1978) Fundamental Knowledge of suspension-feeding in lamellibranchiate bivalves, with special reference to artificial aquaculture systems, Aquaculture, 13:1-13 p.

ANTAGONISMO *IN VITRO* DE LOS MICROORGANISMOS DEL SUELO DE LA RIZOSFERA DE TOMATE CONTRA *Fusarium oxysporum* f sp *lycopersici*

Rey David Núñez Cebreros, María Antonia Soto Carrillo, Guadalupe Félix Castro, Pedro Sánchez Peña, Sergio Hernández Verdugo, José Luis Corrales Madrid, Saúl Parra Terrazas, y Manuel Villarreal Romero. Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Agronomía, Km. 17.5 Carr. Culiacán- ElDorado, Apdo. Postal 726, Culiacán, Sinaloa, México CP80000. Correspondencia: dave@ uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

Fusarium oxysporum f sp *lycopersici* (Fol) es un hongo patógeno habitante del suelo, el que infecta las raíces, invadiendo el tejido vascular produciendo marchitamiento y muerte de la planta de tomate. Los métodos de control que se recomiendan hasta la fecha en los valles de Culiacán y la Cruz son: sembrar variedades de tomate resistentes a Fol, sembrar en terrenos no infestados, aplicación de fungicidas, biofungicidas y fumigantes, y solarización al suelo infestado. Ahora bien, las variedades de tomate resistentes a Fol en general no existen o no se utilizan debido a su resistencia limitada (Akköprü y Demir, 2005; Jones *et al.*, 1991). También, sembrar en terrenos no infestados por Fol favorece la diseminación de hongo patógeno, la aplicación de fungicidas y fumigantes es errática y costosa, y la aplicación de biofungicidas no controlan a Fol porque están formulados con ingredientes activos que fueron aislados de lugares muy diferentes a los valles de Culiacán y la Cruz, la solarización al suelo aumenta los costos de producción, una alternativa del manejo de Fol es el control biológico mediante la utilización de hongos y bacterias antagonista nativos del suelo de la rizósfera de tomate. La literatura consultada menciona que algunos investigadores como Akköprü y Demir (2005); Borrero *et al.* (2006); De Cal, *et al.* (1995); Fravel *et al.* (2003); Guo *et al.* (2004); Larkin y Fravel, (1998); Larkin y Fravel, (2002), han intentado el control biológico de Fol adicionando al suelo hongos y bacterias antagonistas del suelo de la rizósfera con resultados promisorios. Por eso, con base en los trabajos mencionados y las implicaciones que representa el manejo de Fol en los valles de

Culiacán y La Cruz se planeó este trabajo con el objetivo de evaluar el antagonismo *in vitro* de microorganismos del suelo de la rizosfera de tomate contra Fol.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para lograr el objetivo del trabajo se realizaron recorridos por diferentes lotes de tomate de los valles de Culiacán y La Cruz donde existían plantas de tomate con síntomas muy leves de marchitez, del área de la rizósfera se recolectaron muestras de suelo. Las muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, se utilizó el método de diluciones y conteo en placa descrito por Johnson y Curl (1972). Los microorganismos aislados del suelo de la rizósfera fueron ensayados en cultivos duales; se sembró en el centro de la caja de petri el microorganismo aislado de la rizósfera y en los extremos un disco de Fol. Las cajas fueron incubadas a 28 C durante cinco días, hasta obtener un crecimiento abundante de Fol y el antagonista. El grado de inhibición se determinó midiendo el crecimiento de Fol a las 72 y 120 horas después de la siembra. Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico arrojó diferencias significativas entre las cepas de bacterias. Se observó que siete cepas de bacterias limitaron el crecimiento de Fol en los cultivos duales en condiciones *in vitro*. El crecimiento de Fol sólo a las 72 y 120 h después de la siembra fue 32.8 y 49.0 mm respectivamente. Si embargo, en

los cultivos duales con la cepa B300 el diámetro de la colonia de Fol midió 19.2 y 22.6 mm respectivamente. En las cepas B292, B288 y B287 las colonias de Fol midieron un diámetro de 21.4 y 24.2; 21.4 y 26.2; 21.2 y 25.4 mm respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comparación de medias de diámetro (mm) crecimiento de colonias de Fol *in vitro* contra diferentes cepas de bacterias.

Crecimiento de las colonias de Fol (mm)		
Cepa	72 h	120 h
B238	23.2 ^z a b*	24.8 a b c
B240	24.8 b c	35.2 d
B254	24.0 b c	25.6 a b c
B266	22.8 a b	27.4 a b c
B281	28.0 d	42.8 e
B282	21.8 a b	27.6 a b c
B287	21.2 a b	25.4 a b c
B288	21.4 a b	26.2 a b c
B289	24.6 c	30.2 d e
B292	21.4 a b	24.2 a b
B300	19.2 a	22.6 a
B301	22.6 b c	28.4 b c
Fol	32.8 e	49.0 f
CV.	8.08	8.66

^z Promedio de cinco repeticiones.

*Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan, P< 0.05).

Cinco cepas de hongos limitaron el crecimiento de Fol en condiciones *in vitro*. El diámetro de crecimiento de las colonias de Fol a las 72 y 120 h fue de 32.0 y 47.6 mm. Si embargo, en los cultivos duales con las cepas H264, H267 y H277 fue de 13.8 y 14.2 15.2 y 15.8 18.2 y 18.6 mm respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de medias de diámetro (mm) de crecimiento de colonias de Fol *in vitro* contra diferentes cepas de hongos. Crecimiento las colonias de Fol en mm.

Cepa	72 h	120 h
H264	13.8 ^z a*	14.2 a
H267	15.2 a	15.8 a
H277	18.2 a	18.6 a
H294	24.6 b	25.6 b
H298	29.0 b c	41.6 c
Fol	32.0 c	47.6 d
CV	10.7	9.19

^z Promedio de cinco repeticiones.

*Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan, P< 0.05).

Por los datos de diámetro de crecimiento micelial de Fol a las 72 y 120 h las mejores cepas fueron: H264, H267, y H277. La cepa H264 resultó tener el mayor grado de antagonismo contra Fol. Estos resultados están de acuerdo con los obtenidos por otros investigadores Larkin y Fravel (1998) y Michel (2001), Núñez y Zavaleta (2004) hacen referencia a que algunas especies de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus* son buenos antagonistas contra Fol. En relación a los microorganismos antagonistas a Fol cinco aislamientos se determinaron como *Bacillus subtilis*, cinco hongos fueron identificados de género *Trichoderma harzianum* y uno como *Emericella nidulans* (=Aspergillus nidulans).

LITERATURA CITADA

- Akköprü, A., and S. Demir (2005), Biological control of fusarium wilt in tomato caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* by AMF *Glomus intraradices* and some Rhizobacteria, Journal of Phytopathology, 153(9): 544-550.
- Borrero, C.; Ordovas, J.; Trillas, M.I.; and Avilés, M. (2006), Tomato Fusarium wilt suppressiveness. The relationship between the organic plant growth media and their microbial, Soil Biology and Biochemistry, 38(7): 1631-1637.
- Borrero, C.; Trillas, M.I.; Ordovás, J.; Tello, J.C.; and Avilés, M. (2004), Predictive factors for the suppression of Fusarium wilt of tomato in plant growth media, Phytopathology, 94:1094-1101.
- De Cal, A.; Pascual, S.; Larena, I.; and Melgarejo, P. 1995. Biological control of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*, Plant Pathology, 44(5): 909-917.
- Fravel, D.; Olivain, C.; and Alavouvette, C. (2003), *Fusarium oxysporum* and its biocontrol, New Phytologist, 157(3): 493-502.
- Guo, J.-H.; Qi, H.-Y.; Ge, H.-L.; Gong, L.-Y.; Zhang, L.-X.; and Sun, P.-H. (2004), Biocontrol of tomato wilt by plant growth-

- promoting rhizobacteria, *Biological Control*, 29(1): 66-72.
- Johnson, L. F.; and Curl, E.A. (1972) *Methods for research on ecology of soil-borne plant pathogens*, Burgess Publishing Co., Minneapolis, MN, USA. 247 p.
- Larkin, R. P.; and Fravel D. R. (1998), Efficacy of various fungal and bacterial biocontrol organisms for control of fusarium wilt of tomato, *Plant Disease*, 82(9): 1022-1028.
- Larkin, R. P.; and Fravel, D. R. (2002), Effects of varying environmental conditions on biological control of fusarium wilt of tomato by nonpathogenic *Fusarium* sp. *Phytopathology*, 92(11): 1160-1166.
- Michel, A. A. C. (2001), *Cepas nativas de Trichoderma sp. su antibiosis y micoparasitismo contra Fusarium conglutinans y Fusarium oxysporum*, tesis de Doctorado en Ciencias, Universidad de Colima.
- Núñez, C.R.D.; y Zavaleta, M. E. (2004), *Antagonismo in vitro de microorganismos de la rizósfera de tomate contra Fusarium oxysporum f sp. Lycopersici*, Memorias XXXI Congreso Nacional de Fitopatología, Veracruz, Ver., L-65 (Resumen).
- Omar, I.; O'Neill, T. M.; and Rosall, S. (2006), Biological control of *Fusarium* crown and root rot of tomato with antagonistic bacteria and integrated control when combined with the fungicide carbendazim, *Plant Pathology*, 55(1): 92-99.

SUSTRATOS ORGÁNICOS PARA LA PRODUCCIÓN MASIVA DE *Trichoderma* sp. (H264)

Rey David Núñez Cebreros, María Antonia Soto Carrillo, Guadalupe Félix Castro, Pedro Sánchez Peña, Sergio Hernández Verdugo, José Luis Corrales Madrid, Saúl Parra Terrazas, y Manuel Villarreal Romero. Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Agronomía, Km. 17.5 Carr. Culiacán- ElDorado, Apdo. Postal 726, Culiacán, Sinaloa, México CP80000. Correspondencia: dave@ uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

La eficacia de *Trichoderma* para el control biológico de diversos fitopatógenos de cultivos económicamente importantes justifica el desarrollo de tecnologías para su producción, formulación y aplicación. Dicha tecnología podrá ofrecer una alternativa ecológica para el control de enfermedades, especialmente causadas por *Fusarium oxysporum* f sp *lycopersici* en tomate (Datnoff *et al.*, citados en Urías, 2006; Fernández, 2004). El objetivo del trabajo fue evaluar sustratos orgánicos para la producción masiva de *Trichoderma* sp. (H264) en condiciones de laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

Se utilizó la cepa nativa (H264) de *Trichoderma* sp. de la colección de cepas antagonistas de Fol. Se evaluaron nueve sustratos orgánicos (alpiste, arroz, grano de garbanzo quebrado, grano de maíz quebrado, olote molido, paja de frijol, paja de garbanzo, paja de zacate jhonson, y paja de maíz). Los sustratos se lavaron y desinfectaron y se colocaron en bolsas de plástico, se esterilizaron por treinta minutos a 15 lb de presión. Por cada tratamiento se utilizaron cinco repeticiones. Las bolsas con sustrato estéril fueron inoculadas con 5 ml de 3×10^8 UFC/mL de una suspensión de conidios de *Trichoderma* sp. Se incubó durante 21 días a temperatura ambiente ($28^\circ \text{C} \pm 4$). Las variables de respuesta fueron: el número total de conidios por mL, el número de conidios viables y el por ciento de conidios germinados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico arrojó diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 1). Se observa que el olote de maíz molido y el grano de arroz fueron los mejores sustratos para la producción de *Trichoderma* sp. con un número total de conidios por mL de 4.66×10^8 y 4.84×10^8 UFC/mL respectivamente, (Cuadro1). Estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos olote molido de maíz y el grano arroz. Sin embargo, sí existen diferencias en cuanto al costo ya que el olote molido de maíz es un sustrato de muy bajo costo comparado con los granos de arroz, maíz, alpiste y garbanzo.

Cuadro 1. Total de conidios y conidios viables de *Trichoderma* sp. (H264) en diferentes sustrato orgánicos.

Tratamientos	Conidios	
	Total x 10^8 /Ml	Viables x 10^8
1. Alpiste	2.84 ^z ab*	1.76 a b
2. Arroz	4.84 a	2.98 a b
3. Garbanzo	0.71 c	0.26 c
4. Maíz	3.32 a b	1.82 a b
5. Olote	4.66 a	3.24 a
6. P. de Frijol	1.80 a b	0.96 a b
7. P. de Garbanzo	1.14 a b	0.62 a b
8. P. de Jhonson	0.66 c	0.13 c
9. P. de maíz	2.05 a b	0.90 a b

^z Promedio de cinco repeticiones.

*Valores con letra diferente son significativamente diferentes a $P = 0.05$ de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Kruskal-Wallis.

En relación al número de conidios viables se obtuvo un número mayor de conidios en el olote molido de maíz ya que presentó 3.24 x

10⁸ UFC/mL mientras que en grano de arroz se obtuvo 2.98 x 10⁸ UFC/mL. Los datos obtenidos difieren de lo mencionado por Michel *et al.* (2004), quienes encontraron que tanto el olote molido de maíz, la paja de maíz y el grano de alpiste fueron mejores sustratos que el grano de arroz, ya que en lo que respecta a la producción total de conidios x 10⁸ de *Trichoderma* sp, el grano de arroz presentó mayor número de conidios. Sin embargo, coinciden en que los granos de arroz y el alpiste son granos costosos por lo que no se recomiendan.

En el cuadro 2 se presenta los resultados del análisis estadístico de la variable por ciento de germinación de conidios de *Trichoderma* sp se observa que el mayor por ciento de germinación de conidios se presentó en olote molido de maíz, grano de alpiste y el grano de arroz de los cuales el mejor fue el olote molido de maíz con 69.56% de germinación. Estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos los granos de alpiste, arroz, garbanzo, y maíz, y olote molido de maíz, paja de frijol y paja de garbanzo.

Cuadro 2. Por ciento de germinación de conidios de *Trichoderma* sp (cepa H 264).

Tratamientos	% de germinación de conidios
1. Alpiste	62.36^z a b*
2. Arroz	60.44 a b
3. Garbanzo	37.64 c d
4. Maíz	51.28 a b c
5. Olote	69.56 a
6. Paja de Frijol	55.74 a b c
7. Paja de Garbanzo	52.28 a b c
8. Paja de zacate Jhonson	20.92 d
9. Paja de Maíz	46.40 b c
Coeficiente de variación	18.69

^z Promedio de cinco repeticiones.

*Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan, P< 0.05).

CONCLUSIÓN

Los mejores sustratos orgánicos para la propagación de *Trichoderma* sp son el olote, el arroz y el alpiste, sin embargo, los dos últimos son granos costosos por lo tanto, no se recomiendan.

LITERATURA CITADA

- Fernández, L. V. O. (2004), Tecnologías para la producción de biopesticidas a base de hongos entomopatógenos y su control de calidad, www.aguascalientes.gob.mx, La Habana, Cuba [En línea].
- Larena, I., Melgarejo, P.; and De Cal. A. (2002), Production, survival, and evaluation of solid-substrate inocula of *Penicillium oxalicum*, a biocontrol agent against fusarium wilt of tomato, *Phytopathology*, 92(8): 863-869.
- Larena, I.; Melgarejo, P.; and De Cal. A. (2003), Drying of conidia of *Penicillium oxalicum*, a biological control agent against fusarium wilt of tomato, *Journal of Phytopathology*, 151(11-12): 600-606.
- Lewis, J., A. and G. C. Papavizas (1987), Application of *Trichoderma* and *Gliocladium* in alginate pellets for control of *Rhizoctonia* damping-off, *Plant Pathology*, 36(4): 438-446
- Michel, A. A. C.; Otero, S. M. A.; Montes, G. A., y Rodríguez, M. N. L. (2004), Sustratos orgánicos en la producción masiva de *Trichoderma harzianum*, Memorias del XXXI Congreso Nacional de Fitopatología-VI Congreso Internacional de Fitopatología, Veracruz, Veracruz del 25 al 28 de julio de 2004, p. L-54.
- Sabuquillo, P.; De Cal, A., and Melgarejo, P. (2005), Dispersal improvement of a powder formulation of *Penicillium oxalicum*, a biocontrol agent of tomato wilt, *Plant Disease*, 89(12): 1317-1323.
- Samuels, G. J. (2006), *Trichoderma*: Systematics, the sexual state, and ecology, *Phytopathology*, 96(2): 195-206.

Urías, G. J. S. (2006), Efecto antagónico y biocontroladores de cepas nativas de *Trichoderma* contra la fusariosis del tomate (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*), tesis de maestría, Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa, p. 13.

ESTRUCTURA GENÉTICA Y MORFOLÓGICA DE POBLACIONES SILVESTRES DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) DE MÉXICO

Antonio Pacheco Olvera¹, Pedro Sánchez Peña¹, Sergio Hernández Verdugo¹, José Esteban Sánchez Sánchez², Ricardo González Galindo² y Cristina Osuna Sánchez².

¹Profesores, ²Estudiantes de Licenciatura. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa. Maxipista Culiacán-Mazatlán Km. 17.5. Laboratorio de Usos Múltiples de Posgrado. Apdo. Postal 726. Culiacán, Sinaloa, México. Email: apo@uas.uasnet.mx., apo_1365@yahoo.com.mx.

Key Words. *Solanum lycopersicum* var *cerasiforme*, RAPD, Estructura genética, Estructura morfológica.

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad existente en nuestro planeta se ha estado perdiendo rápidamente como consecuencia tanto directa como indirecta de la actividad humana. Existe un número no determinado de especies que se ha extinguido recientemente, mientras que muchas otras se encuentran en riesgo, al reducirse sus tamaños de población (Vida, G. 1994; Frankhman, 1995). Entre los factores que contribuyen a la pérdida de esta biodiversidad se encuentran la destrucción de hábitat, la introducción de especies exóticas agresivas, la extracción de los recursos y la degradación y contaminación ambiental. Estos factores, reducen los tamaños poblacionales haciendo que los organismos sean más susceptibles a efectos estocásticos ambientales, catastróficos, demográficos y genéticos (Frankhman, 1995; Ledig, 1992; Brown, 1992). A través de los procesos de domesticación, las plantas han sido diseminadas fuera de sus centros de origen y han estado sujetas a diferentes condiciones ecológicas, culturales y tecnológicas (Harlan, 1992; Casas y Barbera 2002). Bajo tales condiciones la selección artificial ha conducido a cambios en su sistema de reproducción, mecanismos de dispersión, mecanismos fisiológicos y a la estructura genética de sus poblaciones (Hawkes 1983; Doebley 1989). Los análisis por medio de polimorfismo de ADN al azar (RAPDs) han sido ampliamente utilizados para el análisis de la estructura genética en diversas especies de plantas y sus parientes silvestres más cercanos, ello con la finalidad de medir los niveles de la variación y estructura genética,

debido a que es un técnica fácil de detectar polimorfismo (Huff *et al.* 1993; Le Corre *et al.* 1997; Palacios y Gonzáles C. 1997; Bartish *et al.* 1999; Ge *et al.* 1999; Nabauer *et al.* 1999). El tomate silvestre *Solanum lycopersicum* var *cerasiforme* se encuentra distribuido en México como maleza en campos abandonados, derivados de la eliminación de bosques secos tropicales en los sitios de las pendientes de la costa del Pacífico (300-1,100 m) de la sierra Madre Occidental en el estado de Sinaloa (Sánchez-Peña *et al.* 2005). En estas áreas esta planta es considerada como maleza de muchos cultivos, mientras que en otros estados, tales como Veracruz, Oaxaca, Chiapas y Yucatán, su presencia es promovida en el campo y la producción de fruto es comercializado en los mercados locales. De los estudios realizados sobre estructura genética y niveles de variación genética realizados en tomate silvestre, no se contemplan estudios en poblaciones de tomate en su lugar de domesticación.

Con base en lo anterior, en la presente investigación se estimaron los niveles de variación y estructura genética y morfológica entre poblaciones silvestres y cultivadas de tomate colectadas bajo diferentes zonas geográficas de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio de la Estructura morfológica, se evaluaron 18 poblaciones de tomate silvestre y tres de tomate cultivado. Las poblaciones silvestres fueron colectadas a través de varios recorridos en Michoacán y Jalisco y las poblaciones cultivadas colectadas en siembras

comerciales del INIFAP-Culiacán. La relación de poblaciones, así como su abreviatura y ubicación se presentan en la tabla 1. Dicho trabajo se realizó en los campos experimentales del INIFAP en la temporada de 2006-2007, ubicados en Culiacán, Sinaloa. El manejo agronómico se realizó de acuerdo a como se realiza en siembras comerciales de tomate bajo el sistema de riego por goteo. Las variables respuesta que se analizaron fueron Altura de planta (AP), Diámetro de tallo (DT) y Número de entrenudos después de la primer inflorescencia (NE) como variables vegetativas y Número de inflorescencias (NI), Número de frutos maduros (NFM) y Peso de frutos maduros (PFM) como variables reproductivas. Todas las variables fueron medidas a los 120 días después del transplante.

Tabla 1. Lugar de colecta de las poblaciones silvestres de tomate en el estado de Michoacán y Jalisco, así como las poblaciones cultivadas bajo estudio.

Lugar y/o Población	Estado	Latitud N	Longitud W
Copetiro	Michoacán	21° 07'	104° 53'
Tepalcatepec	Michoacán	20° 17'	103° 18'
Coalcoman	Michoacán	19° 14'	104° 8'
Rascaviejo	Michoacán	19° 15'	104° 15'
San Vicente	Michoacán	19° 16'	104° 25'
Ticla	Michoacán	18° 35'	104° 30'
Mascuala	Jalisco	20°40'05"	103°16'34"
Morillo	Jalisco	20°34'37"	103°31.63"
Ayotlan	Jalisco	20°31'43"	102°19'37"
El molino	Jalisco	20°23.29"	103°31.63"
Sta. Maria	Jalisco	20°22.92"	103°51.64"
San Diego	Jalisco	20°20.82"	103°48.67"
Encinos	Jalisco	20°18.38"	104°48.10"
Agigic	Jalisco	20°17.23"	103°18'36"
Don Pancho	Jalisco	21°07.42"	104°53.52"
La Pintada	Jalisco	19°54.83"	105°19'05"
Mezquitán	Jalisco	19°49.12"	104°19.89"
Aguacaliente	Jalisco	19°21.60"	104°52.88"
Tipo Saladette	Sinaloa		
Tipo Roma	Sinaloa		
Tipo Gordo	Sinaloa		

El estudio de la variación entre poblaciones silvestres y cultivadas se realizó por medio de un análisis de varianza de una vía para cada variable. Adicionalmente se realizó un análisis para las poblaciones silvestres con la finalidad

de obtener la variación entre ellas. También se realizó una prueba de comparación de medias, mediante la prueba de Tukey.

Para el análisis de la estructura genética se evaluó a 17 poblaciones silvestres de tomate colectadas en once estados de la República Mexicana. Las poblaciones y su ubicación se presentan en la tabla 2. Se seleccionaron diez individuos de cada población, de los cuales se utilizaron las hojas tiernas previamente congeladas, mismas a las que se les extrajo el ADN total, mediante el protocolo de González Rodríguez (2000). La amplificación del ADN se realizó por medio de la técnica de RAPD (Williams *et al.* 1990). La amplificación se realizó en un termociclador siguiendo los ciclos de la reacción de la polimerasa (PCR). El programa del termociclador fue de 40 ciclos, cada ciclo consistió en 5 min a 94 °C, 1 min 94 °C, 1 min a 38 °C, 2 min a 72 °C y finalmente 20 °C α . Se utilizaron 8 primers con 10 pb (OPA16, OPB11, OPC3, OPC6, OPC4, OPC8, OPC13, OPC20) de la serie Operon Technology. Los productos amplificados fueron separados por electroforesis horizontal empleando geles de agarosa al 1.5% en una solución buffer al 0.5%. Las muestras corrieron a 200 v durante dos horas para posteriormente ser expuestas a la luz ultravioleta para ser fotografiados. La interpretación de los datos se realizó primeramente asumiendo que las bandas de un mismo peso molecular corresponden a un mismo locus, posteriormente se realizó un conteo del número de loci presentes en los individuos analizados y finalmente se hizo la matriz binaria de ceros y unos a partir de la presencia de las bandas, representadas por (1), y la ausencia de la bandas por (0).

Tabla 2. Lugar de colecta de las poblaciones silvestres de tomate en el estado de México.

Lugar y/o Población	Estado	Latitud N	Longitud W
Km 20	Sinaloa	25°54.40"	108°50.94"
Mocorito	Sinaloa	25°28'56"	107°55'12"
Bejuco	Nayarit	22°01.03"	105°11.23"
San Diego	Jalisco	20°20.82"	103°48.67"
Mezquitán	Jalisco	19°49.12"	104°19.89"
Tenampa	Querétaro	21°26.75"	99°41.13"

Lugar y/o Población	Estado	Latitud N	Longitud W
Hierbabuena	Querétaro	21°28.11"	99°20.32"
Mirador	Guerrero	17°30'10"	100°30'00"
Copetiro	Michoacán	19°28'68"	102°31'08"
Ticla	Michoacán	18°58.98"	103°40.47"
Francisco	Tabasco	17°32.51"	91°01.56"
Ojo de agua	Veracruz	18°39.62"	96°17.19"
Xcan	Yucatán	20°52.19"	87°40.11"
San Cristóbal	Oaxaca	16°20.93"	97°05.70"
Guadalupe	Oaxaca	15°59.56"	95°52.36"
Corzo	Chiapas	16°45.36"	92°49.44"
Carta	Chiapas	17°26.57"	93°25.35"

El análisis de la diversidad genética se analizará mediante los estadísticos porcentaje de loci polimorficos (P), Índice de Shannon (I) y Heterocigosidad promedio esperada (He), así como la diversidad genética total (HT), diversidad dentro de las poblaciones (HS) y coeficiente de diferenciación (GST). Para estimar los componentes de varianza se realizará un análisis de varianza molecular. Para estos análisis se utilizaron los programas POPGEN ver 1.31 y Arlequín ver 3.1.

RESULTADOS

Estructura morfológica. Al realizar el análisis de varianza se pudieron observar diferencias significativas entre poblaciones en todas las variables bajo estudio. También se observaron diferencias entre bloques para todos los caracteres con excepción a Número de frutos maduros. Con respecto a la variable AP se observó que la población silvestre El Molino con promedio de 189.77 cm presentó las plantas con mayor altura, mientras que la población Mascuala obtuvo la menor altura con 94.92 cm. En la variable DT la población Ticla presentó el mayor diámetro de tallo con 1.98 cm y la población Ayotlan con 0.85 cm. En número de Entrenudos después de la primera inflorescencia se observó el mayor número en las poblaciones Don Pancho y Ticla con 36.1 y 36.04 mientras que el menor número se presentó en las poblaciones cultivadas tipo Roma y Tipo Gordo. En la figura 1, se pueden observar los caracteres de importancia económica, podemos ver claramente

diferencias significativas entre ellos y entre las poblaciones silvestres contra las cultivadas.

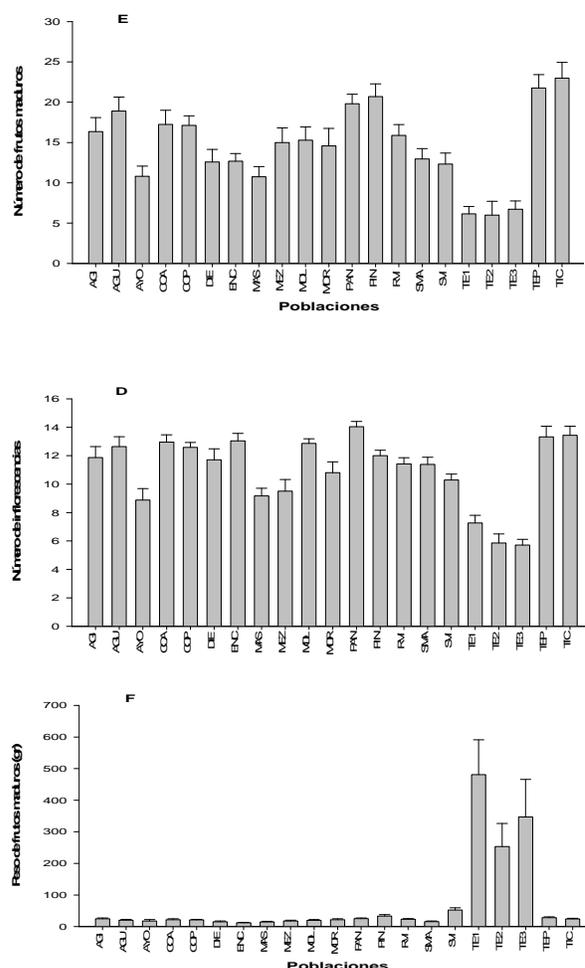


Figura 1. Caracteres reproductivos de importancia económica.

Variación genética. Se analizaron ocho primeros seleccionados y 17 poblaciones analizadas con RAPD. El promedio de porcentaje de polimorfismo (Tabla 3) obtenido fue de 14.17%, con un rango de 6.25% (Población Carta) a 14.17% (Población Guadalupe). El parámetro de la diversidad genética estimada (H) para estas poblaciones tuvo un valor promedio de 0.0523 con un rango de 0.0294 a 0.0774 en las poblaciones Carta y Guadalupe. El índice de diversidad de Shannon (I) tuvo un valor promedio de 0.0771

con un rango de 0.0414 para Carta y 0.1125 para la población Guadalupe.

La estructura genética se evaluó mediante un análisis molecular de varianza (AMOVA) tabla 4. En éste se pueden observar altos niveles de diferenciación genética entre las poblaciones estudiadas. Del cien por ciento de la variación encontrada en las 17 poblaciones en estudio, se puede observar que un 76.78% ($p < 0.0001$) se encuentra distribuida entre las poblaciones, el resto 23.11% ($P < 0.0001$) se encuentra distribuida dentro de las poblaciones.

Los valores obtenidos de diversidad genética dentro de las poblaciones (H_s) fue bajo con un valor de 0.0523 y una diferenciación genética entre sus poblaciones (G_{ST}) alta de 0.7266.

Tabla 3. Valores de diversidad genética (H), Índice de Shannon (I) y % de loci polimorfos en las poblaciones de tomate silvestre estudiadas.

Población	Diversidad Genética (H)	Índice de Shannon (I)	% loci polimorfos
Km 20	0.0557	0.0836	16.35
Mocorito	0.0547	0.0801	13.94
Bejuco	0.0358	0.0516	8.65
San Diego	0.0595	0.0881	16.83
Mezquitan	0.0412	0.0623	12.50
Tenampa	0.0506	0.0759	14.42
Hierbabuena	0.0474	0.0682	11.06
Mirador	0.0461	0.0693	13.94
Copetiro	0.0537	0.0792	14.42
Ticla	0.0358	0.0551	12.02
Francisco	0.0664	0.0993	18.75
Ojo de agua	0.0477	0.0700	12.50
Xcan	0.0725	0.1044	17.31
San Cristóbal	0.0542	0.0820	16.83
Guadalupe	0.0774	0.1125	19.23
Corzo	0.0603	0.0880	15.87
Carta	0.0294	0.0414	6.25
MEDIA:	0.0523	0.0771	14.17

Tabla 4. Análisis molecular de varianza de las 17 poblaciones silvestres analizadas por RAPD.

Fuente de variación	Grados de libertad	Componentes de varianza	% Total	p
Entre poblaciones	16	15.406	76.7	<0.000
			8	1

Fuente de variación	Grados de libertad	Componentes de varianza	% Total	p
Dentro de poblaciones	153	4.658	23.2	<0.000
			2	1

CONCLUSIONES

En el estudio de la estructura morfológica se encontraron diferencias significativas en todas las variables respuesta en estudio, así como también diferencias significativas en todas las variables estudiadas e las poblaciones silvestres contra las cultivadas. En el estudio de la estructura genética, la población con mayor polimorfismo, diversidad genética e índice de Shannon resulto ser Guadalupe. Así como también se observó una mayor variación genética entre las poblaciones y poca variación existente dentro de ellas. Finalmente se pudo observar una alta diferenciación genética entre las poblaciones con G_{ST} alto de 0.7266.

AGRADECIMIENTOS

Al centro de Investigaciones en Ecosistemas de la UNAM campus Morelia por su apoyo brindado en el laboratorio del doctor Ken Oyama, así como por el equipo y reactivos facilitados. A la Universidad Autónoma de Sinaloa por el financiamiento recibido de la convocatoria 2006 del programa de fortalecimiento y apoyo a proyectos de investigación.

LITERATURA CITADA

- Bartish I. V.; Jeppsson and Nybom H. (1999), Population genetic structure in the dioecious pioneer plant species *Hippophae rhamnoides* investigated by random amplified polymorphics DNA (RAPD) marker, Mol. Ecol. 88:791-802.
- Brown, A. H. D. (1992), Human impact on plant gene pools and sampling for their conservation, Oikos, 63:109-118.
- Casas A., and G. Barbera (2002), Mesoamerican domestication and diffusion, pages 143-162 en PS Nobel, ed. Cacti: biology and

- uses, The University of California Press, Los Angeles, California, EU.
- Doebley J. (1989), Isozymic evidence and evolution of crop plants, en: Soltis E. D. y Soltis P., eds. Isoenzymes in plant biology, pp. 165-191, Dioscorides, Portland Oregon.
- Excoffier, L. G., and S. Schneider (2005), Arlequin ver 3.1: An integrated software package for population genetics data analysis.
- Frankham, R. (1995), Conservation genetics, Annual Review of Genetics, 29:302-327.
- Ge S.; Oliveira G.C.X.; Schaal B.A., and Gao L. Z. (1999), RAPD variation within and between natural populations of the wild rice *Oriza rufipogon* from China and Brazil, Heredity, 82: 638-644.
- Harlan J. R. (1992), Crops and man, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
- Hawkes J. G. (1983), The diversity of crop plants, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Huff D.R.; Peakall R., and Smouse P.E. (1993), RAPD variation within and among natural populations of outcrossing buffalo grass [*Buchloë dactyloides* (Nutt.) Engelm.] Theor. Appl. Genet. 86: 927-934.
- Le Corre V.; Dumolin-Lapegue S., and Kremer A. (1997), Genetic variation at allozyme and RAPD loci in sessile oak *Quercus petraea* (Matt) Libl.: the role of history and geography, Mol. Ecol. 6: 519-529.
- Ledig, F. T. (1992), Human impacts on genetic diversity in forest ecosystems, Oikos, 63: 87-108.
- Nabauer S.G.; Del Castillo-Agudo L., and Segura. (1999), RAPD variation within and among natural population of outcrossing willow-leaved foxglove (*Digitalis obscura* L), Theor. Appl. Genet. 98: 985- 994.
- Palacios C., and Gonzales-Candelas, F. (1997), Análisis of population genetic structure and variability using RAPD marker in the endemic and endangered *Limonium dugourii* (Plumbaginaceae), Mol. Ecol. 6: 1107-1121.
- Sánchez-Peña, P; Oyama, K.; Núñez-Farfán J.; Fornoni, J.; Hernández-Verdugo, S.; Márquez-Guzmán, J. y Garzón-Tiznado, J. A. (2005), Sources of resistance to whitefly in wild populations of *Solanum lycopersicon* var. *cerasiforme* dun in northwestern Mexico, Genetic resources and Crop Evolution (en prensa).
- Vida, G. (1994), Global issues of genetic diversity, en: Loeschke V., Tomiuj J. y Jain, eds. Conservation Genetics, Birkäuser Verlag, Basel, pp. 9-19.
- Yeh, F.C.; R.C. Yang; T.B.J.Boyle; Z.H. Ye y J.X. Mao (1999), POPGENE, Ver 1.31, the user-Friendly shareware for population Genetic Analysis, Centro de Biología Molecular y Biotecnología, Universidad de Alberta, Canadá.

OBTENCIÓN DE UNA BOTANA POR MEDIO DE PROCESO SECUENCIAL COMO ALTERNATIVA DE COMERCIALIZACIÓN DE CAMARÓN (*Pinaeus vanamei*)

Marco Antonio Parra Inzunza*, José Luis Cristerna González, Fernando Cázares Pérez, Ignacio Calderón Ayala, Jesús Raúl Ortiz del Castillo, María Luisa Torres Duarte

*parra@uas.uasnet.mx, Facultad de Ciencias Químico Biológicas.

INTRODUCCIÓN

El estado de Sinaloa ocupa el primer lugar nacional en producción de camarón, contando con 656 km de litoral, 272,000 ha de aguas territoriales y aproximadamente 70,000 ha de aguas continentales (SAGARPA, 2001). En el país la pesquería de camarón es la más importante en cuanto a la generación de divisas por parte del sector pesquero (Amaro-Espejo y Arana-Verdejo, 2002). El camarón es uno de los productos alimenticios más apreciados por el consumidor estatal. Las especies marinas proporcionan proteínas de alto valor biológico, constituyendo una excelente fuente de minerales y de yodo (Potter y Hotchkiss, 1999). El camarón, al igual que la mayor parte de los productos pesqueros, entra en descomposición con una gran rapidez, lo que tiene repercusiones sobre calidad y economía. La actividad bacteriana y la acción autolítica de las enzimas y las reacciones químicas son las causas principales de su descomposición (Amaro-Espejo y Arana-Verdejo, 2002; Jay, 1992; Liston, 1980).

En 2005, con la exportación de 4,022 ton de camarón se captaron 44,215 miles de dólares, lo que representó el 90.21% del total de divisas de este sector. La distribución del camarón exportado en el 2004 fue de la siguiente manera: 3,036 ton de altamar, 777 ton de bahías y esteros y 956 ton de granjas acuícolas, obteniéndose respectivamente 32,553, 9,404 y 9,112 miles de dólares. En el 2005: 3,458 ton de altamar, 190 ton de bahías y esteros y 374 ton de granjas, con una captación de 39,005, 1,893 y 3,317 miles de dólares, respectivamente (SAGARPA, 2005).

Se puede apreciar que la producción acuícola de camarón representa un alto porcentaje (55.14% en 2004; 54.40% en 2005) respecto a

la producción total de este crustáceo; sin embargo, en el 2004 se captaron 9,112 miles de dólares por exportación, lo que representó el 17.84% de las divisas captadas por exportación de camarón; en el 2005, se exportaron 374 ton de camarón de granja, obteniéndose 3,317 miles de dólares, lo cual representó el 7.50% del total de divisas por camarón exportado. La proporción entre camarón de granja exportado y camarón producido es pequeña. En 2004, se exportaron 5.37 kg por cada cien producidos. En tanto en 2005, 2.09 kg por cada cien producidos. Los datos sobre producción de camarón en granjas acuícolas muestran un incremento sostenido: 1990: 2,884 ton; 2000: 15,847 ton; 2004: 17,801 ton; y 2005 hasta agosto: 17,905 ton (SAGARPA, 2005).

En general, los alimentos son perecederos, por lo que necesitan ciertas condiciones de tratamiento, conservación y manipulación. Su principal causa de deterioro es el ataque por diferentes tipos de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos). Esto tiene implicaciones económicas evidentes, tanto para los fabricantes (deterioro de materias primas y productos elaborados antes de su comercialización, pérdida de la imagen de marca, etc.) como para distribuidores y consumidores (deterioro de productos después de su adquisición).

Derivado de la insuficiencia de alternativas para la comercialización de camarón de granja y a la producción de camarón de altamar y de bahías y esteros, de tallas rechazadas para la exportación, en este trabajo se planteó como objetivo general la obtención de una botana de camarón con larga vida de anaquel a través de proceso secuencial escaldado – remojo en disoluciones– secado convectivo como alternativa de comercialización de camarón

(*Penaeus vanamei*) de granjas acuícolas del estado de Sinaloa; los objetivos particulares fueron: 1) Determinar las mejores condiciones de secado (temperatura del aire de secado/tiempo de exposición) de camarón previamente escaldado y sometido a remojo en disoluciones de agentes químicos, aplicando la metodología de superficie de respuesta (MSR); 2) Obtener camarón secado con la mejor combinación temperatura de aire de secado/tiempo de exposición; y 3) Evaluar las propiedades tecnológicas del camarón tipo botana obtenido del proceso secuencial escaldado-remojo en disoluciones-secado convectivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un proceso secuencial de tres etapas: escaldado - remojo en disoluciones de agentes químicos - secado con aire caliente. Se aplicó la metodología de superficie de respuesta (MSR). Se utilizó camarón (*Penaeus vanamei*) adquirido en granjas acuícolas.

Pretratamiento de camarón. Con el propósito de eliminar las bacterias que pudieran favorecer la descomposición, el camarón se sometió a un proceso de escaldado (cocción): el camarón fresco fue sumergido en una solución a una temperatura de 98 °C durante 7 min con un contenido de 15 % de NaCl, 5 % de azúcar y 0.2 % de ácido cítrico, en una proporción 1:2 p/v e inmediatamente después de extraerse de la solución salina se introdujo en una solución acuosa fría al 0.2 % de ácido ascórbico, durante un tiempo de 5 min para asegurar la penetración del ácido, en proporción 1:5 p/v. Enseguida se le eliminó la cubierta de quitina (cáscara) al camarón y éste se introdujo a la solución en la cual había sido cocido durante 15 min para lograr que los solutos presentes en la solución penetren en el camarón cocido y pelado.

Secado de camarón pretratado. Se utilizó un secador experimental de túnel con recirculación total de aire, manteniendo constantes

velocidad de aire de 2 m/s y humedad relativa del aire. Se seleccionó diseño experimental Central Compuesto Rotable (DCCR) de la Metodología de Superficie de Respuesta (MSR) con dos factores (temperatura de aire y tiempo de exposición), con cinco niveles de variación (dos factoriales, dos axiales y uno central), con un nivel bajo de temperatura de 50 °C y nivel alto de 80 °C, un nivel bajo de tiempo de 2 h y un nivel alto de 4 h, resultando 13 corridas experimentales.

Diferencia total de color (ΔE). El color superficial de los camarones se midió utilizando un colorímetro Minolta CR-210 (Minolta LTD, Japón). La diferencia total de color (ΔE), se calculó aplicando la ecuación $\Delta E = [(L_s - L)^2 + (a_s - a)^2 + (b_s - b)^2]^{1/2}$

Índice de rehidratación (IR). Los camarones deshidratados se rehidrataron por inmersión en agua destilada en ebullición relación 1:10 (p/v), bajo el procedimiento sugerido por Mudahar y col. (1990), después de 15 min los camarones se drenaron, se escurrieron y, finalmente, se les eliminó la humedad superficial con papel secante. El índice de rehidratación se calculó de acuerdo a peso de camarones rehidratados/peso de camarones deshidratados.

Actividad de agua (Aw). La actividad de agua se midió con un higrómetro manual Aqualab Pawkit (Washington, USA).

Diseño experimental y análisis estadístico para el proceso de secado. Como variables de respuesta se seleccionaron Diferencia Total de Color (ΔE), Luminosidad (L), Índice de rehidratación (IR) y Actividad de agua (Aw) (Myers, 1971; Khuri y Cornell, 1987). Los modelos de regresión obtenidos se utilizaron para crear gráficas de superficie y de contornos para cada variable de respuesta en el proceso de secado, para lo cual se empleó el software Design Expert™ (versión 6.04) STAT-EASE, INC.

Optimización del proceso de secado. La superposición de gráficas de contornos de las variables de respuestas se utilizó como técnica de optimización minimizando ΔE y A_w , y maximizando \underline{L} e IR, ello permitió obtener una gráfica de contornos que muestra la región de las mejores condiciones de temperatura del aire de secado y tiempo de exposición.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diferencia total de color (ΔE). Los resultados muestran que la diferencia total de color ($Y_{\Delta E}$) de camarón secado depende significativamente de los términos lineales de temperatura (X_1 , $p \leq 0.0001$) y tiempo de exposición (X_2 , $p \leq 0.0001$), del término cuadrático de tiempo de exposición (X_2^2 , $p \leq 0.0001$), así como de la interacción temperatura - tiempo de exposición (X_1X_2 , $p \leq 0.0070$). El modelo de regresión ajustado para ΔE fue: $Y_{\Delta E} = 103.65 + 28.21 X_1 + 32.74 X_2 + 32.02 X_2^2 + 5.74 X_1X_2$. Este modelo de regresión explicó el 97.35% de la variación total ($p \leq 0.0001$) en los valores de esta variable de respuesta. Los gráficos de contorno y de superficie se muestran en la figura 1, en los cuales se puede apreciar que la diferencia total de color se incrementa con la temperatura y el tiempo de duración del experimento.

Luminosidad (\underline{L}). Los valores de luminosidad (Y_L) fueron afectados por el tiempo de exposición (X_2 , $p \leq 0.0365$) y la interacción temperatura - tiempo de exposición (X_1X_2 , $p \leq 0.0008$). El modelo de regresión ajustado para \underline{L} fue: $Y_L = 7.95 + 1.33 X_2 + 6.41 X_1X_2$. El modelo de regresión explicó 85.08% de la variación total ($p \leq 0.0083$) en los valores de luminosidad de camarones secados previamente escaldados. La relación entre las variables de proceso y la luminosidad se muestran en la figura 2, en ellas el comportamiento de la luminosidad decrece a medida que la temperatura se intensifica y la duración del secado se prolonga.

Índice de Rehidratación (IR). Esta variable fue afectada por la temperatura (X_1 ,

$p \leq 0.0001$), tiempo de exposición (X_2 , $p \leq 0.0001$), por los términos cuadrático de temperatura (X_1^2 , $p \leq 0.0001$) y de tiempo de exposición (X_2^2 , $p \leq 0.0001$), así como por la interacción temperatura-tiempo (X_1X_2 , $p \leq 0.034$). El modelo ajustado del índice de rehidratación fue: $Y_{IR} = 0.057 + 0.012 X_1 + 0.018 X_2 + 0.012 X_1^2 + 0.015 X_2^2 + 0.003969 X_1X_2$. El modelo de regresión explicó 97.49% del la variación total ($p \leq 0.0001$) de los valores en índice de rehidratación. El efecto de la temperatura y tiempo de secado sobre el índice de rehidratación de camarones previamente escaldados y remojados en disoluciones se muestra en la figura 3, donde el índice de rehidratación se ve afectado de manera directa por el incremento de la temperatura y el tiempo de la corrida experimental.

Actividad de Agua (A_w). Los valores de la actividad de agua se vieron impactados por la temperatura del aire de secado (X_1 , $p \leq 0.0010$) y el tiempo de exposición (X_2 , $p \leq 0.0012$). El modelo ajustado de la actividad de agua fue: $Y_{A_w} = 0.028 + 0.014 X_1 + 0.013 X_2$. El modelo de regresión explicó 89.50% del la variación total ($p \leq 0.0026$) de los valores en la actividad de agua. El efecto de la temperatura y tiempo de secado sobre la actividad de agua de camarones previamente escaldados y remojados en disoluciones se muestra en la figura 4, en las cuales puede apreciarse que la actividad de agua disminuye con el incremento de la temperatura y la prolongación del experimento.

Optimización del proceso de secado. Las figuras 1, 2, 3 y 4, para el proceso de secado de camarón previamente escaldado y sometido a remojo en disoluciones muestran el efecto de temperatura y tiempo de exposición sobre diferencia total de color, luminosidad, índice de rehidratación y actividad de agua. La superposición de las gráficas de contornos permitió la construcción de la figura 5, la cual fue utilizada para encontrar gráficamente la mejor combinación de variables de proceso. Se seleccionó la parte central de la región de mejores condiciones para determinar las

condiciones óptimas de secado: temperatura de 56.58°C y tiempo de secado de 2.79 h.

IV CONCLUSIONES

La mejor combinación de temperatura de aire/tiempo de exposición para el secado de camarón previamente escaldado y sometido a remojo en disoluciones, con una primera etapa de secado realizada a 100 °C y 30 minutos, fue de 56.58 °C y 2.79 h.

El camarón secado bajo este proceso se caracteriza por una diferencia total de color de 55.664, una luminosidad de 51.345, un índice de rehidratación de 1.45 y una actividad de agua de 0.67. Los modelos matemáticos propuestos para las variables de respuesta del proceso de secado tuvieron porcentajes de predicción superiores al 85%.

Se recomienda evaluar fisicoquímica, funcional y sensorialmente los camarones secados previamente escaldados y sometidos a remojo en disoluciones, con una primera etapa fija de secado, y compararlos con camarones secos disponibles en el comercio.

AGRADECIMIENTOS

El apoyo financiero para la realización del presente trabajo fue otorgado por la Universidad Autónoma de Sinaloa a través de la Convocatoria 2006 del Programa de Fomento y Apoyo a Proyectos de Investigación (PROFAPI).

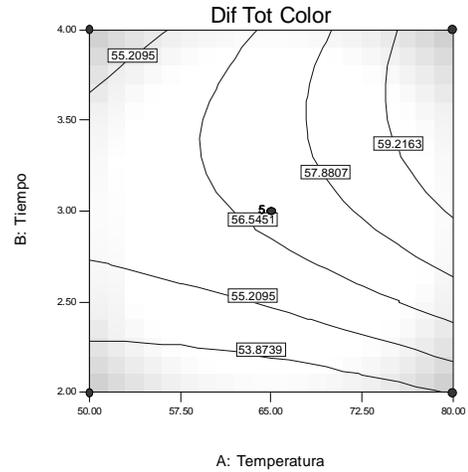
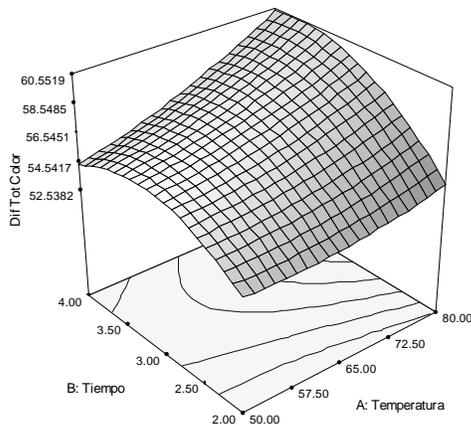


Fig. 1 Gráficas de superficie de respuesta y de contornos del efecto de temperatura/tiempo de secado sobre la diferencia total de color de camarones secados previamente escaldados.

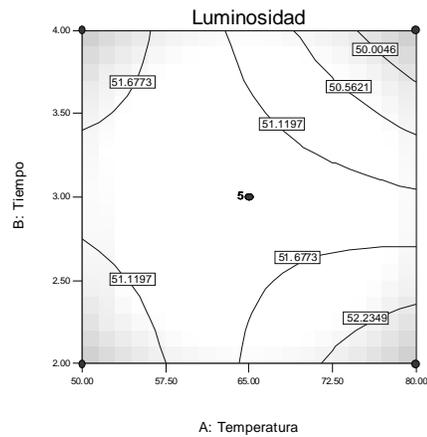
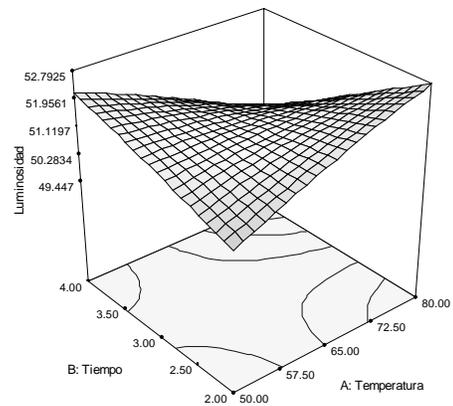


Fig. 2. Gráficas de superficie de respuesta y de contornos del efecto de temperatura/tiempo de secado sobre la luminosidad de camarones secados previamente escaldados.

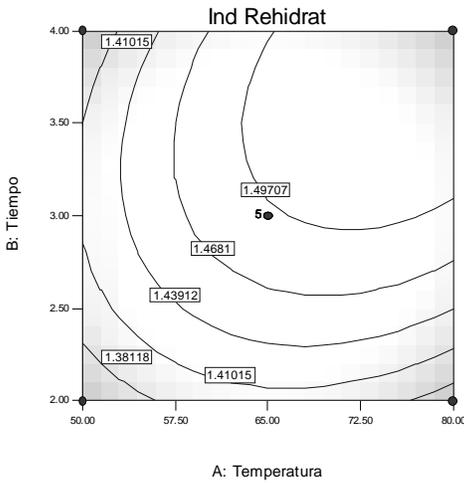
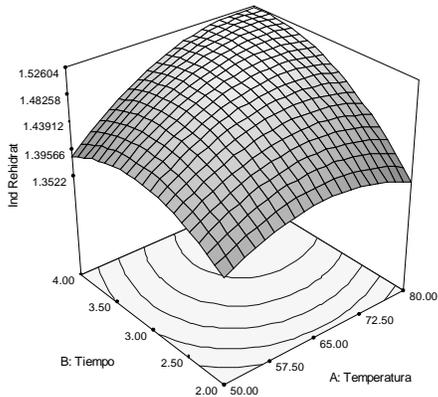


Fig. 3 Gráficas de superficie de respuesta y de contornos del efecto de temperatura/tiempo de secado sobre el índice de rehidratación de camarones secados previamente escaldados.

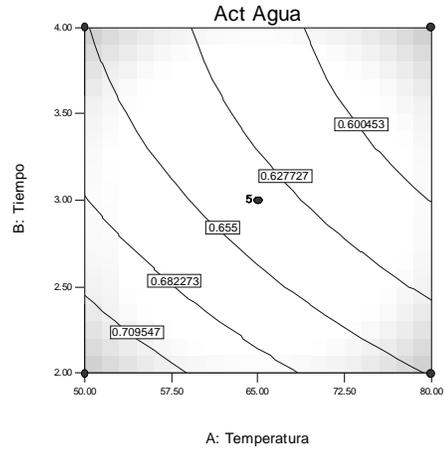
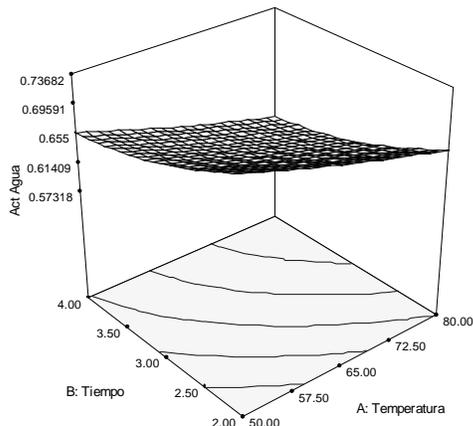


Fig. 4 Gráficas de superficie de respuesta y de contornos del efecto de temperatura/tiempo de secado sobre la Actividad de Agua de camarones secados previamente escaldados.

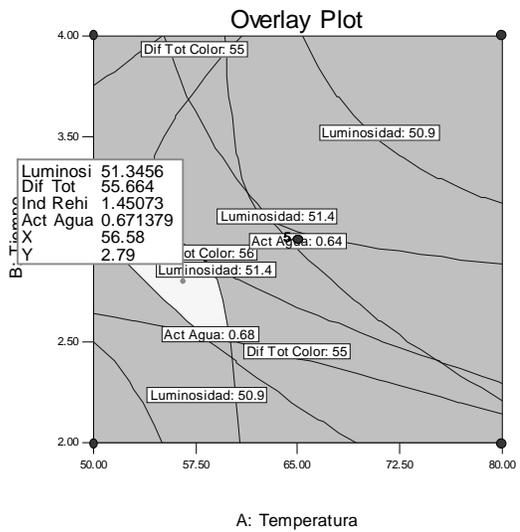


Fig. 5 Región de las mejores condiciones de temperatura/tiempo de secado para el secado de camarón previamente escaldado.

LITERATURA CITADA

Amaro-Espejo, I. A.; y Arana-Verdejo, T. (2002), Utilización de aditivos naturales para la conservación de camarón (*Penaeus sp.*) después de su captura, Décima quinta reunión científica, tecnológica, forestal y agropecuaria, Veracruz, 2002.

- Jay, J. M. (1992), *Modern Food Microbiology*, 4^{ta}. ed. Van Nostrand Reinhold Co, New York, EUA, pp. 126-645.
- Liston, J. (1980), *Microbiology in Fisheries Science*, en: “*Advances in Fish Science and Technology*”, Cornell, J.J. (ed). Fishing News Books, Farnham, Surrey, Inglaterra, pp. 138-157.
- Mudahar, G.S.; Toledo, R.T.; y Jen, J.J. (1990), A response surface methodology approach to optimize potato dehydration process, *J. Food Proc. Preserv.* 14:93-106.
- Myers, R.H. (1971), *Response Surfaces Methodology*, Allyn y Bacon, Boston, MA, USA, p. 26-106
- Potter N., y Hotkiss J. (1999), *Ciencias de los alimentos, Alimentos marinos*, ed. Acribia, Zaragoza, España.379.
- Sagarpa (2001), *Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca en el Estado de Sinaloa*, www.sagarpa.gob.mx/pesca.
- Sagarpa (2005), *Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca en el Estado de Sinaloa*, www.sagarpa.gob.mx/pesca.

EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE LA MICROALGA *Phaeodactylum tricornutum* SOBRE EL DESARROLLO, SUPERVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE LAS LARVAS ZOEAL DE CAMARÓN BLANCO *Litopenaeus vannamei*

Pablo Piña Valdez¹, María Alejandra Medina Jasso^{1*}, Mario Nieves Soto¹, Isidra Torres Acuña², José Cristóbal Román Reyes¹, Martín Alejandro Guerrero Ibarra¹. ¹Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa. ²Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Paseo Claussen s/n Mazatlán, Sinaloa. Tel/Fax: (669) 136-04-78 medinajasso@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

El camarón blanco, *Litopenaeus vannamei*, es la especie del grupo de los penéidos más importante para la camaronicultura mexicana y latinoamericana, la producción de postlarvas y de camarón en el noroeste de México para su comercialización son el 92 y 94%, respectivamente, del total nacional (Industria Acuícola, 2006; Industria Acuícola, 2007).

Sin embargo, el cultivo de camarón es una actividad que demanda de una fuerte inversión inicial, tal es el caso de los laboratorios productores de postlarvas donde el gasto para la obtención de alimento vivo, microalgas y nauplios de *Artemia*, indispensables para el buen desarrollo de las larvas, es mayor al treinta por ciento de los costos de operación anual (Coutteau y Sorgeloos, 1992; Lango-Alemán, 1999).

Después de la etapa lecitotrófica, nauplio, le sigue la fase de zoea con tres subestadios fitoplanctófagos y entre las diferentes microalgas que se han empleado para alimentarlos en la mayoría de los laboratorios comerciales, destacan las especies de los géneros *Chaetoceros*, *Tetraselmis*, *Isochrysis* y *Dunaliella* (Krauss, 1996); aunque las que se mencionan con mayor frecuencia en el noroeste de México son algunas especies del de *Chaetoceros* (López-Elías *et al.*, 2003).

De aquí que la búsqueda de alternativas de alimentación en todas las fases de cultivo de esta especie, que redunden en una mejor y más económica producción, toma importancia. Con esta finalidad, en este trabajo se realizaron tres experimentos con zoeas de *Litopenaeus vannamei* utilizando cinco raciones de *Phaeodactylum tricornutum*, para

investigar qué dieta producía mayor desarrollo, supervivencia y crecimiento en estas larvas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La diatomea *Phaeodactylum tricornutum* se cultivó con el medio f en agua de mar filtrada a 1 μm y esterilizada con hipoclorito de sodio a razón de 1 $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$, y antes de preparar el medio fue declarada con 60 mg de tiosulfato de sodio por litro de agua de mar (Hemerick, 1973).

Las larvas se obtuvieron por donación de un laboratorio comercial. Los experimentos se realizaron a 35% y 30 °C. El diseño constó de veinte acuarios con doce litros de volumen útil a una densidad de 200 larvas $\cdot\text{L}^{-1}$ y fueron distribuidos aleatoriamente, con cuatro repeticiones por tratamiento.

Los experimentos iniciaron con larvas en nauplio V, terminando en la fase de mysis I. Los tratamientos de prueba utilizados constaron de cinco raciones de microalgas por subestadio de zoea de acuerdo a la tabla siguiente.

Tabla 1. Tabla de alimentación para cada fase de zoea, en $10^3 \text{ cel}\cdot\text{ml}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$.

Ración	Zoea I	Zoea II	Zoea III
1	60	90	120
2	90	120	150
3	120	150	180
4	150	180	210
5	180	210	240

Cada ocho horas se obtuvo una muestra de cada recipiente para determinar el índice de desarrollo (*ID*) utilizando la fórmula propuesta por Villegas y Kanazawa (1979).

$$ID = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n},$$

Donde A_i es el valor absoluto correspondiente al subestadio observado en la i -ésima larva (nauplio V=0; zoea I, II y III=1, 2 y 3, respectivamente; mysis I=4) y n es el número de larvas de la muestra.

Diariamente se hicieron recambios totales de agua y de alimento, también se tomaron muestras de cada acuario para evaluar la supervivencia mediante conteos directos de larvas en un volumen conocido y ésta fue representada en porcentaje.

Cada 24 horas se tomaron muestras de 10 a 15 organismos por recipiente para estimar el crecimiento, en mm, utilizando un microscopio compuesto equipado con una reglilla ocular calibrada con el objetivo respectivo.

Al inicio y al final se tomaron muestras de larvas que fueron colocadas en filtros de fibra de vidrio Whatman GF/C de 25 mm de diámetro previamente calibrados, puestos en una estufa a 60 °C para determinar el peso seco (PS en $\mu\text{g}\cdot\text{individuo}^{-1}$), después fueron calcinados a 450 °C para estimar el peso de cenizas, y por diferencia entre los pesos seco y cenizas se obtuvo el peso orgánico (PO en $\mu\text{g}\cdot\text{individuo}^{-1}$), de acuerdo al procedimiento descrito por Sorokin (1974).

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente por análisis de varianza de una vía paramétrica o no, dependiendo de si las muestras fueron normales y homoscedásticas. En el caso de que el ANAVA mostró diferencias significativas, se aplicó la prueba de comparaciones múltiples correspondiente (Zar, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características de los cultivos de la microalga *Phaeodactylum tricornutum* se muestran en la tabla 2. De acuerdo al peso orgánico celular, esta diatomea es prácticamente similar a *Chaetoceros muelleri* (Piña-Valdez, 2004; Ramos-Brito, 2004).

Tabla 2. Valor medio y desviación estándar de la densidad celular (N, en $10^6 \text{ cel}\cdot\text{ml}^{-1}$), del peso seco total y orgánico de las cosechas diarias (PST y POT, en $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$), el peso seco y orgánico unitarios (PSU y POU, en $\mu\text{g}\cdot\text{cel}^{-1}$), y el porcentaje de materia orgánica respecto al peso seco (PO/PS) de *Phaeodactylum tricornutum*, registrados durante los experimentos.

N	3.96 ± 2.09
PST	171.07 ± 40.53
POT	123.27 ± 26.28
PSU	57.80 ± 34.94
POU	40.69 ± 22.62
PO/PS	72.55 ± 5.99

Por lo cual, los intervalos de alimentación propuestos para cada fase de zoea caen dentro de los protocolos utilizados en los laboratorios, que incluyen desde diferentes especies de fitoplancton hasta variadas concentraciones celulares (Akamine, 1985; Loya-Javellana, 1989; Arellano-Moncayo, 1990; Léger y Sorgeloos, 1992).

El índice de desarrollo larvario no mostró diferencias a las 24 horas de iniciado el experimento con todas las larvas en la etapa de zoea I. A las 72 y 120 h el ID exhibió una tendencia a aumentar con el incremento del alimento con diferencias significativas entre el tratamiento 1 y 5 (Tabla 3).

Los valores del ID obtenidos al final del experimento (5 días) fueron similares a los de Ramos-Brito (2004), que utilizando también cinco diferentes concentraciones de *C. muelleri*, éstos fluctuaron entre 2.89 y 3.18 sin diferencias significativas para los tratamientos 1 y 4, respectivamente. Pero en el trabajo de Robles-Barraza (2003) que cultivó larvas zoea de *L. vannamei* alimentándolas con tres microalgas solas: *Isochrysis* sp. (ISO), *Tetraselmis suecica* (TS), *Chaetoceros muelleri* (CH) y mezclas (ISO-TS, ISO-CH, TS-CH y ISO-TS-CH), obtuvo en el mismo lapso de tiempo, sin considerar el caso de TS por haber tenido una mortalidad del cien por ciento índices de desarrollo larvario superiores con valores en el intervalo de 3.42 a 3.80 con la mezcla de ISO-TS y con solo CH, respectivamente.

Tabla 3. Índice de desarrollo medio y desviación estándar de las larvas de *Litopenaeus vannamei* en la fecha

correspondiente a los estadios de zoea I, II y III en cada uno de los tratamientos. Letras diferentes indican diferencias significativas (ANOVA de una vía, $\alpha = 0.05$). $a \leq ab \leq b$. * Prueba no paramétrica.

Trat.	Estadio		
	Zoea I	*Zoea II	Zoea III
1	1.00 ± 0.00	1.98a ± 0.04	2.82a ± 0.24
2	1.00 ± 0.00	2.00ab ± 0.02	2.97a ± 0.08
3	1.00 ± 0.00	2.08ab ± 0.13	3.06ab ± 0.09
4	1.00 ± 0.00	2.13ab ± 0.23	3.17ab ± 0.25
5	1.00 ± 0.00	2.18b ± 0.25	3.30b ± 0.34

La supervivencia fue la misma en todas las raciones y fases de zoea, con valores entre 6 y 13% de mortalidad a las 24 h (zoea I) en las raciones 2 y 3; a las 72 h (zoea II) la mortalidad fluctuó entre un 27 y 33% para los tratamientos 2 y 1; mientras que al final del experimento la mortalidad varió entre el cuarenta y 48%, correspondiendo también a las dietas 2 y 1 (Tabla 4).

Las supervivencias finales fueron superiores a las obtenidas por Robles-Barraza (2003) con valores de entre 26 y 52% con ISO-TS y CH, respectivamente; y por Ramos-Brito (2004) cuyas supervivencias obtenidas fueron desde 35 hasta 52% para los tratamientos 2 y 5.

Tabla 4. Supervivencia media y desviación estándar en porcentaje de larvas de *Litopenaeus vannamei* para los estadios de zoea I, II y III en cada uno de los tratamientos. Las letras iguales indican ausencia de diferencias entre los tratamientos. (ANOVA de una vía, $\alpha = 0.05$).

Trat.	Estadio		
	Zoea I	*Zoea II	Zoea III
1	93.75a ± 8.84	67.38a ± 6.46	51.63a ± 9.01
2	94.13a ± 6.51	73.00a ± 9.26	59.88a ± 20.77
3	87.38a ± 8.52	71.00a ± 15.81	58.38a ± 22.38
4	90.75a ± 6.88	69.00a ± 9.86	52.00a ± 22.95
5	89.25a ± 10.05	70.88a ± 6.71	56.63a ± 13.04

La talla de las larvas zoea en sus diferentes subestadios mostró una relación directa a incrementarse con el aumento en la ración de microalgas, siendo en todos los casos el mayor crecimiento para el tratamiento 5 que además, fue estadísticamente diferente a la dieta 2 para zoea I y a las raciones 1 y 2 en los casos de zoea II y III (Tabla 5).

No obstante, al término del experimento estas tallas, en general, fueron inferiores a las obtenidas por Robles-Barraza (2003), a excepción de la dieta a base de Isochrysis que fue menor (1.79 mm) a todos los tratamientos de este trabajo. Por otro lado, en el experimento realizado por Ramos-Brito (2004) únicamente con las dos dietas mayores se obtuvieron tallas superiores (2.45 y 2.55 mm) a las de este ensayo, los tres tratamientos menores produjeron tallas en el intervalo de este experimento.

Tabla 5. Longitud media y desviación estándar (en mm) de las larvas de *Litopenaeus vannamei* en las fechas correspondientes a los estadios de zoea I, II y III en cada uno de los tratamientos. Letras diferentes indican diferencias significativas (ANOVA de una vía, $\alpha = 0.05$). $a \leq ab \leq b$.

Trat.	Estadio		
	Zoea I	*Zoea II	Zoea III
1	0.94ab ± 0.02	1.41a ± 0.09	2.02a ± 0.22
2	0.94a ± 0.01	1.50a ± 0.06	2.10a ± 0.11
3	0.95ab ± 0.02	1.60ab ± 0.13	2.19ab ± 0.10
4	0.95ab ± 0.01	1.72ab ± 0.23	2.23ab ± 0.19
5	0.96b ± 0.02	1.77b ± 0.23	2.38b ± 0.27

Tabla 6. Valores medios y desviación estándar de los pesos seco (PS_i) y orgánico (PO_i) iniciales y finales (PS_f y PO_f) en $\mu\text{g}\cdot\text{ind}^{-1}$ de larvas zoea de *Litopenaeus vannamei* en cada uno de los tratamientos. Letras diferentes indican diferencias significativas (ANOVA de una vía, $\alpha = 0.05$) $a < b$ y $a \leq ab \leq b$ y $a < b$. * Prueba no paramétrica.

Trat.	PS _i	PO _i	PS _f	PO _f *
1	5.27 ± 2.24	2.84 ± 0.95	15.91a ± 3.44	10.74a ± 2.45
2	5.27	2.84	19.79a	13.43ab

Tr at.	PS _i	PO _i	PS _f	PO _f *
	± 2.24	± 0.95	± 2.62	± 1.82
3	5.27 ± 2.24	2.84 ± 0.95	25.87b ± 2.98	18.44bc ± 1.77
4	5.27 ± 2.24	2.84 ± 0.95	26.77b ± 2.95	19.42c ± 2.22
5	5.27 ± 2.24	2.84 ± 0.95	28.88b ± 6.94	21.19c ± 3.93

Los pesos finales de las larvas fueron diferentes entre las dos dietas menores y las tres mayores, con diferencias de 6 a 12 µg en PS y de 5 a 10 µg en PO. Los incrementos en peso seco variaron entre 10.6 y 23.6 µg por larva; mientras que para el peso orgánico los valores fluctuaron de 7.9 a 19.6 µg por larva. Incrementos de este orden en peso orgánico, también fueron obtenidos por Ramos-Brito (2004).

Por los resultados obtenidos, se recomienda que para alimentar zoeas de *Litopenaeus vannamei* con la microalga *Phaeodactylum tricornutum*, las concentraciones no sean menores de 120, 150 y 180x10³ cel·ml⁻¹ para los subestadios de zoea I, zoea II y zoea III, respectivamente.

AGRADECIMIENTOS

La realización de la presente investigación fue posible gracias al apoyo financiero recibido por el Proyecto PI-PROFAPI-06-153-UAS: Alimentación de larvas zoea de *Litopenaeus vannamei* con diferentes raciones de *Phaeodactylum tricornutum*, aprobado en la convocatoria 2006.

LITERATURA CITADA

Akamine, Y. (1985), Crecimiento de larvas de camarones *P. vannamei* y *P. stylirostris* usando nemátodos, *Panagrellus redivivus* y rotíferos, *Brachionus plicatilis* en el laboratorio comercial, Boletín ESPOL. 2: 20 pp.

Arellano-Moncayo, E. (1990), Guías técnicas en el cultivo de larvas de camarones. ESPOL, Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar, Guayaquil, Ecuador. 41 pp.

Coutteau, P., y P. Sorgeloos. (1992), The use of algal substitutes and the requirement for the live algae in the hatchery and nursery rearing of bivalve mollusks, J. Shellfish Res. 11: 249-256.

Hemerick, G. (1973), Mass culture. 255-273, en: Stein, J.R. (ed.), Handbook of phycolgical methods, Cambridge University Press, London.

Industria Acuícola (2006), Postlarvas de camarón sembradas en México durante 2006, Industria Acuícola, 2 (6): 30-32.

Industria Acuícola (2007), Producción de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* de cultivo en México durante el año 2006, Industria Acuícola, 3 (2): 17-27.

Krauss, E. (1996), Experiencias en aprovechamiento de postlarvas silvestres y de laboratorio en Ecuador, Foro Internacional “Camarón ‘96”, Mazatlán, Sinaloa, Banco de México, 17 pp.

Lango-Alemán, J.A. (1999), Análisis de costos para la producción masiva de microalgas en un laboratorio comercial de poslarvas de camarón del sur de Sonora, México, tesis de Maestría en Ciencias, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, DICTUS, Universidad de Sonora, Hermosillo, México. 72 pp.

Léger, P., y Sorgeloos, P. (1992), Optimized feeding regimes in shrimp hatcheries. 225-243, en: Fast, A.E., y Lester, L.J. (eds.), Marine shrimp culture, Principles and practices, Elsevier Science Publ. Amsterdam y New York.

López-Elías, J.A.; D. Voltolina; C.O. Chavira-Ortega; B.B. Rodríguez-Rodríguez; L.M. Sáenz-Gaxiola; B. Cordero-Esquivel y M. Nieves (2003), Mass production of microalgae in six commercial shrimp hatcheries of the Mexican northwest, Aquacultural Engineering, 29:155-164.

Loya Javellana, G.N. (1989), Ingestion saturation and growth responses of *Penaeus monodon* larvae to food density, Aquaculture, 81: 329-336.

Piña-Valdez, P. (2004), Balance energético de los estadios larvarios de camarón blanco

- (*Litopenaeus vannamei* Boone) con la dieta tradicional y con otra no tradicional, Programa Interinstitucional en Ciencias Pecuaria, Facultad de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit, Xalisco, Nayarit, 112 pp.
- Ramos Brito, L. (2004), Conversión de alimento de larvas zoea de *Litopenaeus vannamei* cultivadas con diferentes raciones de *Chaetoceros* sp, tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, Mazatlán, Sinaloa, México, 36 pp.
- Robles Barraza, M. (2003), Sobrevivencia, crecimiento y desarrollo de larvas zoea de *Litopenaeus vannamei* Boone alimentadas con dietas monoalgales y mixtas, tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, Mazatlán, Sinaloa, México, 34 pp.
- Sorokin, Y.I. (1981), Microheterotrophic organisms in marine ecosystems. 243-342, en: Longhurst, A.R. (ed.), Analysis of ecosystems, Academic Press. New York, N.Y.
- Villegas, C.T., y Kanazawa, A. (1979), Relationship between diet composition and growth of zoeal and mysis stages of *Penaeus japonicus* (Bate), Fisheries Research Journal of the Philippines, 4 (2): 32-40.
- Zar, J.H. (1996), Biostatistical analysis (3ª Ed.). Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J. 662 pp.

DETERMINACIÓN DE LA VARIACIÓN GENÉTICA DEL HONGO *PAECILOMYCES FUMOSOROSEUS* EMPLEADO EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS

José Geovanni Romero-Quintana, Elsa Maribel Aguilar-Medina¹, Eliakym Arámbula-Meraz¹, Evelyn Velveth Benítez-Sústersic, Héctor Manuel Cárdenas-Cota², Noemí García-Magallanes, José Guillermo Romero-Navarro, Rosalío Ramos-Payán^{1*}.

¹Laboratorio de Microbiología Molecular, Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa, Ciudad Universitaria, Av. de las Américas y Universitarios s/n. C.P. 80010. Culiacán, Sinaloa, México.

²Centro de Ciencias de Sinaloa, Av. de las Américas #2271 Nte. Col. Villa Universidad. C.P. 80010. Culiacán, Sinaloa, México. *ramospayan@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas para los agricultores de la región es la mosquita blanca (*Bemisia sp.*). La mosquita blanca es una especie polífaga que parasita más de trescientas especies de plantas, pertenecientes a más de 63 familias botánicas, incluyendo ornamentales, malas hierbas y cultivos hortícolas. El biotipo "B" puede afectar a más de seiscientas especies de plantas distintas, extendiéndose por las regiones tropicales y subtropicales; así como en los invernaderos o cultivos protegidos de regiones templadas (Infoagro, 2004).

Debido a su creciente capacidad para resistir el efecto de los insecticidas químicos, la comunidad agrícola se ha visto en la necesidad de aplicar agentes microbiológicos para el control de plagas o AMCP (McCoy *et al.*, 1988). Entre los AMCP, el hongo entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus*, ha demostrado una excelente capacidad para infectar a una gran variedad de insectos plaga incluyendo a *Bemisia sp.* Por esta razón, diversas empresas se han dedicado a la producción y comercialización de estos organismos, sin embargo, existe variabilidad genética de las cepas en producción, por lo que se requiere de una identificación genética del hongo para establecer un control de calidad y asegurar su efectividad en el mercado.

METODOLOGÍA

Las cepas 302, 329 y H1 de *Paecilomyces fumosoroseus* fueron proporcionadas por AGROBIONSA (Agrobiológicos de Sinaloa S.A. de C.V.) y se cultivaron en medio SALM para la obtención de micelio y esporas (Cárdenas-Cota, 2000). La infección de ninfas de *Bemisia sp.* se realizó en hojas de berenjena usando 5 µl de una solución de esporas (Osuna, 2002).

El DNA de las cepas de estudio se obtuvo por el método de extracción salina para hongos y otros tejidos (Aljanabi y Martínez, 1997) y se cuantificó por espectrofotometría. Para el estudio de polimorfismos de la región ITS ribosomal (Internal Transcribed Spacer) se empleó la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) acoplada a RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) y los resultados se analizaron en geles de agarosa. Los polimorfismos distribuidos de forma aleatoria a lo largo del genoma de las cepas, se determinaron por la técnica de RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA). El análisis de filogenético de las cepas se realizó con el software TFPGA analizando coancestridad por el método de Reynolds.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cepa de referencia 302 (PAE-SIN, Agrobionsa), 329 y H1 de *P. fumosoroseus* son empleadas como bioinsecticidas contra insectos plaga como la mosquita blanca (*Bemisia sp.*), la cual afecta severamente los estados de Sinaloa y Sonora y grandes

extensiones de otros países. En este trabajo se lograron establecer cultivos *in vitro* de las tres cepas, se analizó su morfología colonial y se demostró su potencial patógeno contra la mosquita blanca cultivada sobre hojas de berenjena.

Las cepas de estudio se tomaron de dos experimentos realizados con una diferencia de cinco meses (aproximadamente 7 pases *in vitro* y uno *in vivo*) y a partir de éstas se obtuvo DNA de excelente calidad para determinar la variación genética de la región ITS y polimorfismos generales.

La región que incluye al ITS1, DNA ribosomal 5.8S e ITS2 se amplificó por PCR y el análisis de restricción con las enzimas *Eco* RI y *Hae* III, mostró que no existen polimorfismos entre las tres cepas de estudio, al menos en las secuencias nucleotídicas ensayadas (Figura 1). Por lo que en un trabajo futuro se pretende secuenciar completamente esta región para determinar el perfil genético exacto de cada cepa.

En el caso del análisis por RAPD's se encontró que cada cepa posee un perfil o identidad genética única. El patrón general de polimorfismos con nueve iniciadores probados fue muy similar entre las cepas, lo que

demuestra que pertenecen a la misma especie, sin embargo, las diferencias encontradas, permiten distinguirlas con precisión y determinar su relación filogenética (Figura 2). Por otra parte, mediante los perfiles genéticos obtenidos por los iniciadores OPF-07 y OPB-02 sólo fue posible diferenciar la cepa H1 de la 302 y 329. Estos resultados indican que las cepas de *P. fumosoroseus* de la región están altamente relacionadas.

Los resultados arrojados por esta investigación, demuestran que las cepas no sufrieron cambios a nivel genético al menos durante los cinco meses de resiembra, sin embargo, para descartar cambios en la secuencia del DNA consideramos que es necesario estudiar por un periodo más prolongado las resiembras *in vitro* y los pases *in vivo*.

Como perspectivas, se contempla usar más iniciadores para encontrar uno que permita diferenciar las cepas 302 y 329, lo que podría apoyar a una mejor identificación de las cepas para su análisis y producción masiva para uso agrícola. Además, se pretende incluir más cepas regionales para determinar con mayor exactitud la estructura genética de la población de *P. fumosoroseus* de nuestro estado.

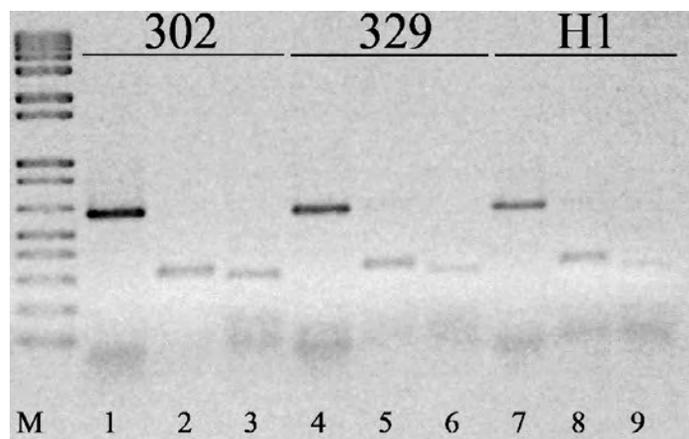


Figura 1. Digestión del ITS amplificado con las enzimas *Eco* RI y *Hae* III. Carriles 1, 4 y 7 producto del ITS sin digerir. Carriles 2, 5 y 8 RFLP con *Eco* RI. Carriles 3, 6 y 9, RFLP con *Hae* III. M, Marcador de tamaño molecular de 1Kb.

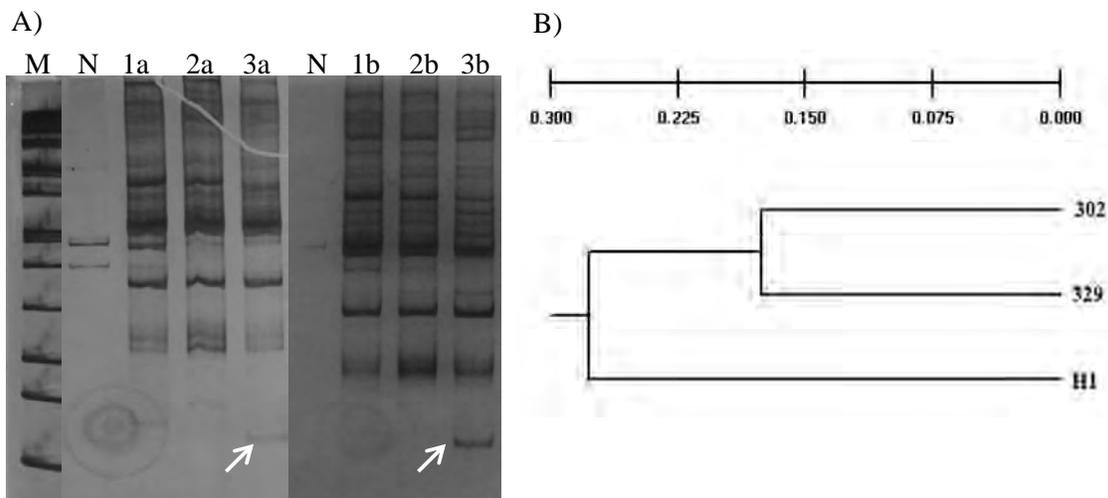


Figura 2. Perfil genético de las cepas por RAPD's. Patrón de bandas de las cepas 302, 329 y H1 cosechadas inicialmente (1a, 2a y 3a respectivamente) y cinco meses después (1b, 2b y 3b respectivamente) con el iniciador OPB-02, se observa una banda diferencial (A) entre H1 y 302 y 329. N (negativo) y M (Marcador 1 Kb). Árbol filogenético obtenido con nueve iniciadores, se observa una mayor relación entre 302 y 329 con respecto a la cepa H1 (B).

AGRADECIMIENTOS

La realización del presente proyecto fue posible gracias al apoyo financiero de la Convocatoria 2006 del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

LITERATURA CITADA

Aljanabi, Salah M., and Martínez, Iciar (1997), Universal and rapid salt-extraction of high quality genomic DNA for PCR-based techniques, *Nucleic Acids Research*, vol. 25, No. 22. 4692–4693.

Cárdenas Cota, Héctor Manuel (2000), Estudios sobre la conidiación en cultivo sumergido del hongo entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus*, tesis de Doctorado, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Departamento de Biotecnología y Bioingeniería.

INFOAGRO (2004), Métodos de control de la mosca blanca *Bemisia tabaco*,

<http://www.infoagro.com/abonos/moscablanca.htm>

MC Coy, C.W.; Samson, R.A., and Boucias, D.G. (1988), Entomogenous fungi, en: Handbook of natural pesticides. v.5. Microbial Insecticides, O.M. Ignoff; N. Bhushan Mandaba (eds.) Florida: CRC. Press, 243 p.

Osuna Páez, Ana Gabriela (2002), Virulencia de *Paecilomyces fumosoroseus* (Wise) Brown & Smith contra ninfas de *Bemisia spp.* en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L.), tesis de maestría en la Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Agronomía.

PROPIEDADES TECNOLÓGICAS Y NUTRICIONALES DE HARINA Y TORTILLAS DE MAÍZ (*Zea mays* L) MEJORADOS CON EL GEN DE LA AMARANTINA

Ana Edith Ayala Rodríguez^{2*}, Roberto Gutiérrez Dorado^{1,2,5}, Saraid Mora Rochín¹, Jorge Milán Carrillo^{1,2,5}, Jaime López Cervantes³, Octavio Paredes-López⁴, Cuauhtémoc Reyes Moreno^{1,2,5,6} (1) Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa (FCQB-UAS), Culiacán, Sinaloa, México; (2) Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos, FCQB-UAS, (3) Instituto Tecnológico de Sonora; (4) Unidad Irapuato, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional; (5) Programa Regional del Noroeste para el Doctorado en Biotecnología, FCQB-UAS; (6) Autor para correspondencia: creyes@uas.uasnet.mx ; (*)
ana@fcqb.uasnet.mx.

INTRODUCCIÓN

El maíz contiene 7 - 13 g / 100 g de proteína (bs). Sin embargo, la calidad de las proteínas del maíz es pobre, presentan deficiencias en el contenidos de aminoácidos esenciales lisina y triptófano (FAO, 1993). En México, actualmente se consumen 800 millones de tortillas / día. El sesenta por ciento de la tortilla consumida en México se elabora a partir de harinas instantáneas, actualmente se producen 200,000 toneladas / mes. Sinaloa es el principal estado productor de maíz (4.3 millones toneladas / año, promedio de los últimos tres años). Debido a la importancia económica del maíz, el mejoramiento genético tiene una importancia capital para desarrollo de genotipos con mejores características agronómicas, nutricionales y nutraceuticas. En México, investigadores del Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo (CIMMYT) y del Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), mediante la aplicación de tecnologías de retrocruza y selección recurrente, desarrollaron 26 híbridos y variedades, con características agronómicas del maíz normal, pero con un mayor contenido de aminoácidos esenciales lisina y triptófano (INIFAP, 1999). A estos nuevos materiales, hasta la fecha no explotados comercialmente, se les conoce como maíces de calidad proteínica (MCP). Recientemente, se ha utilizado la ingeniería genética como herramienta para la generación de cultivos con mejores características nutricionales y nutraceuticas; se ha logrado incrementar el contenido de lisina y triptófano

en maíz, y el contenido de aminoácidos azufrados (metionina + cisteína) en semillas leguminosas. Rascón-Cruz y col. (2004), investigadores mexicanos, tuvieron éxito al expresar el gen de la proteína amarantina (proteína nativa de amaranto) en maíz, manifestándose esto en un incremento en el contenido de proteínas y de aminoácidos esenciales. Este maíz se identifica como maíz mejorado genéticamente (MMG). El objetivo de la presente investigación fue evaluar las propiedades fisicoquímicas, funcionales y nutricionales de harinas de maíz mejorado genéticamente (MMG) nixtamalizado, aptas para la elaboración de tortillas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron como materiales de estudio maíz mejorado genéticamente con el gen de la amarantina (MMG), línea 1041/1.7k y maíz no transformado (MNT) cultivados bajo condiciones controladas, en invernadero, en la Unidad Irapuato del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav-IPN). También se utilizó maíz de calidad proteínica (MCP), variedad V-537C cultivado en el Campo Experimental valle de Culiacán del INIFAP.

Nixtamalización. Se utilizó una relación grano:medio de cocción de 3:1; como medio una disolución de hidróxido de calcio (5.4 g / L); temperatura de cocción 85 °C, tiempo de cocción 31 min y tiempo de reposos 8.1 h (Milán-Carrillo y col. 2004). Después de la nixtamalización se descartó el licor de cocción (nejayote) y el nixtamal (grano de MCP o MMG

cocido) se enjuagó, con agua corriente, tres veces para eliminar pericarpio y exceso de cal. Los granos se secaron (55°C , 24 h) en estufa con circulación forzada de aire y se molturaron hasta alcanzar un tamaño de partícula que pasó por malla 80 (0.4 mm). Las harinas de maíz nixtamalizado se empacaron en bolsas de polietileno y se almacenaron a $4-8^{\circ}\text{C}$.

Composición proximal. Se utilizaron métodos de la AOAC (1990): humedad (925.098), cenizas (923.03), lípidos (920.39C), proteínas (microKjeldhal 960.02). Los carbohidratos se estimaron por diferencia.

Propiedades fisicoquímicas. Diferencia total de color (ΔE) / valor Hunter “L / actividad acuosa (a_w) / pH se evaluaron de acuerdo a los procedimientos reportados por Milán-Carrillo y col. (2004).

Propiedades funcionales. Se evaluaron índice de absorción de agua (IAA), índice de solubilidad en agua (ISA) y sólidos presentes en el nejayote (SPN) de acuerdo a Anderson y col. (1969).

Evaluación nutricional. A las harinas y tortillas se les evaluó digestibilidad proteínica in vitro (Hsu y col., 1977), contenido de aminoácidos esenciales (López-Cervantes y col., 2006), relación de eficiencia proteínica calculada (C-PER) (Satterlee y col., 1979), almidón resistente (Goñi y col., 1996) y almidón resistente retrogradado (Saura-Calixto y col., 1993).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Propiedades fisicoquímicas, funcionales y nutricionales de harinas de maíz

El contenido de proteína cruda (PC) de harinas de maíz mejorado genéticamente (MMG) nixtamalizado, maíz de calidad proteínica (MCP) nixtamalizado y maíz común nixtamalizado comercial (Maseca) fue 12.73, 10.13 y 8.98% (bs), respectivamente (Cuadro 1).

Las harinas de MMG nixtamalizado, MCP nixtamalizado y Maseca presentaron valores Hunter “L” de 88.70, 88.25 y 89.91, respectivamente. Las diferencias totales de color (ΔE) de estas harinas fueron 13.55, 13.59 y 12.13, respectivamente (Cuadro 1). La harina comercial (Maseca) tuvo mayor ($p \leq 0.05$) valor Hunter “L” y menor ($p \leq 0.05$) ΔE que las harinas de MMG y MCP nixtamalizado. Esto significa que Maseca presenta un color “más cercano al blanco”. Serna-Saldívar (1996) reportó que algunas harinas de maíz nixtamalizado comerciales para la elaboración de tortillas son adicionadas con agentes blanqueadores. Bedolla y Rooney (1984) han reportado que harinas nixtamalizadas de maíz aptas para la elaboración de tortillas, presentaban un valor Hunter L igual o mayor de 82.

Las harinas de MMG y MCP, nixtamalizado y de maíz común y nixtamalizado (Maseca) tuvieron valores de actividad acuosa (a_w) de 0.40, 0.44 y 0.50, respectivamente (Cuadro 1). Estos valores de a_w se encuentran en el rango en donde la actividad enzimática, crecimiento de microorganismos y reacciones químicas se llevan a cabo muy lentamente ocasionando una larga vida de anaquel.

El pH de las harinas de MMG y MCP, nixtamalizados, y de maíz común nixtamalizado (Maseca) fue 7.01, 7.17 y 6.61, respectivamente (Cuadro 1). Bedolla y Rooney (1984) reportaron, a partir del estudio de lotes de harinas comerciales de maíz nixtamalizado provenientes de México y Estados Unidos de Norteamérica, que las harinas que presentaron un pH de 7.1-7.2, fueron las que produjeron tortillas de mejor aceptabilidad. Flores-Farías y col. (2000) reportan un pH de 6.42 para harina común nixtamalizada comercial (Maseca).

Las harinas de MMG y MCP, nixtamalizados, tuvieron índices de absorción de agua (IAA) de 2.90 y 3.20 g gel/g sólidos (bs), respectivamente; la harina de maíz nixtamalizado comercial (Maseca) tuvo un IAA de 3.39 g gel/g sólidos (bs) (Cuadro 1). Probablemente el mayor ($p \leq 0.05$) IAA de la harina de maíz

común nixtamalizado (Maseca) se debe a la presencia de gomas. Flores-Farías y col. (2000) reportaron la presencia de gomas en harinas de maíz común nixtamalizado comercial. El IAA esta asociado al número y el peso de tortillas por 100 g de harina, o sea que las de mayor índice son las que dan mayor número y peso de tortillas (alto rendimiento) (Bressani y col., 1990). Bedolla y Rooney (1984) reportaron que el IAA de harinas nixtamalizadas depende del pH, contenido de proteína, grado de susceptibilidad del almidón a la hidrólisis enzimática e índice de tamaño de partícula.

El índice de solubilidad en agua (ISA) de las harinas de MMG y MCP, nixtamalizado y de harina de maíz nixtamalizado comercial (Maseca) fue de 5.02, 5.89 y 3.97 g/100 g (bs), respectivamente (Cuadro 1). El ISA indica el grado de cocción que ha tenido el grano con que se preparó la harina (Flores-Farías y col., 2000). El ISA de las harinas de MMG y MCP, nixtamalizados, se encuentra dentro del rango reportado para harinas de maíz nixtamalizado (4.4-7.2 g/100 g de muestra seca) por otros autores (Gómez y col., 1987; Flores-Farías y col., 2000). La harina Maseca presentó un ISA menor ($p \leq 0.05$) que las harinas de MMG y MCP, nixtamalizados y que el rango reportado para harinas de maíz nixtamalizado; esto puede deberse, entre otras causas, a las diferentes condiciones de procesamiento y al tipo de maíz principalmente.

El MMG arrojó una pérdida de 6.71% bs de sólidos solubles en el nejayote (Cuadro 1). Sahai y col. (2000) sugieren un 6.62% de pérdida de sólidos solubles como ideal en un grano de maíz para nixtamalización. En nuestro trabajo experimental, el MMG utilizado para la obtención de harinas, presentó buenas características de nixtamalización, con parámetros de calidad muy parecido a los exigidos por la NOM y coincide en general con los valores reportados por diversos autores para un maíz ideal para nixtamalización (Pflugfelder y col., 1988; Sahai y col., 2000).

No se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en los valores de digestibilidad proteínica *in vitro* de las harinas nixtamalizadas (de MMG, MCP y maíz comercial); los valores obtenidos estuvieron dentro del rango 73.65-74.98% (Cuadro 1). Se ha reportado que la digestibilidad disminuye ligeramente durante la nixtamalización, posiblemente porque la cocción altera a las prolaminas provocando que éstas sean menos susceptibles a la hidrólisis proteolítica (Vivas y col., 1987). En la presente investigación no se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) de digestibilidad *in vitro* en harinas MMG nixtamalizadas con respecto a MMG sin procesar, debido quizás a la aplicación de parámetros de proceso optimizados (Milán-Carrillo y col., 2004) que pudieron haber disminuído la posible formación de entrecruzamiento, racemización, degradación o formación de lisinoalanina.

Los valores de C-PER, para harinas nixtamalizadas de MMG, MCP y Maseca fueron 2.24, 2.08 y 1.22, respectivamente. Harinas MMG nixtamalizadas presentaron mayor ($p \leq 0.05$) valor de C-PER que harinas nixtamalizadas de MCP y Maseca (Cuadro 1).

El contenido de almidón resistente (AR) en harinas de MMG y MCP nixtamalizados fue de 1.2 y 1.1 g/100 g bs, respectivamente; la harina comercial Maseca tuvo un contenido de AR de 1.6 g/100 g (bs) (Cuadro 1). Las harinas de MMG y MCP nixtamalizado presentaron contenidos de almidón resistente retrogradado (ARR) de 1.0 y 1.02 g/100g (bs), respectivamente; este tipo de almidón no se detectó en MMG y MCP crudo. Maseca tuvo un contenido de ARR de 1.5 g/100g (bs) (Cuadro 1). Las harinas de MMG procesado tuvieron mayor ($p \leq 0.05$) contenido de AR y ARR que la harina de MMG crudo (Cuadro 1). La harina nixtamalizada Maseca tuvo mayor ($p \leq 0.05$) contenido de AR y ARR que las harinas de MMG y MCP procesado.

Cuadro 1. Propiedades fisicoquímicas, funcionales y nutricionales de harinas de MMG y MCP nixtamalizados.

Propiedad	Harina		
	MMG Nixtamalizado ^{1,5}	MCP Nixtamalizado ^{1,5}	MASECA ⁵
Composición química			
Proteína Cruda ²	12.73±0.33 ^a	10.13±0.02 ^b	8.98±0.10 ^c
Fisicoquímicas			
Color			
Valor Hunter “L”	88.70±0.02 ^c	88.75±0.1 ^b	89.91±0.02 ^a
ΔE	13.55±0.3 ^a	13.51±0.1 ^a	12.13±0.04 ^b
a _w	0.40±0.01 ^b	0.44±0.02 ^b	0.50±0.00 ^a
pH	7.01±0.1 ^b	7.17±0.01 ^a	6.61±0.01 ^c
Funcionales			
IAA (g gel/g bs)	2.90±0.03 ^c	3.20±0.03 ^b	3.39±0.09 ^a
ISA (g/100 g bs)	5.02±0.2 ^b	5.89±0.03 ^a	3.97±0.09 ^c
SPN (%)	6.71±0.6 ^b	6.9±0.03 ^b	10.4±0.00 ^a
Nutricionales			
Digestibilidad <i>in vitro</i>	Proteínica	<i>In</i>	
C-PER ³	74.98±0.62 ^a	74.28±0.44 ^{ab}	73.65±0.42 ^b
Almidón ⁴			
Resistente	2.24±0.05 ^a	2.08±0.03 ^b	1.22±0.05 ^c
Resistente retrogradado	1.2±0.1 ^b	1.1±0.05 ^b	1.6±0.02 ^a
	1.0±0.1 ^b	1.02±0.33 ^b	1.5±0.1 ^a

¹ MMG = Maíz mejorado genéticamente. MCP = Maíz de calidad proteínica.

² Porcentaje en base seca. ³ g / 100g bs.

⁴ C-PER = Relación de eficiencia proteínica calculada.

⁵ Los resultados se analizaron por renglones aplicando la prueba de rango múltiple de Duncan. Valores con la misma letra no son diferentes ($p \leq 0.05$).

Propiedades fisicoquímicas, funcionales, nutricionales y sensoriales de tortillas elaborada con harinas de MMG y MCP nixtamalizados

El contenido de proteína cruda (PC) de harinas de MMG nixtamalizado, harinas de MCP nixtamalizado y harina comercial Maseca fue 12.64, 10.15 y 8.93% (bs), respectivamente (Cuadro 2). Los materiales mejorados (MMG y MCP) presentaron mayor ($p \leq 0.05$) contenido de PC que el maíz común, tanto en forma de harina como de tortilla.

Las tortillas elaboradas con harinas de MMG y MCP, nixtamalizados, y harina de Maseca presentaron valores Hunter “L” de 84.66, 84.68 y 80.77, respectivamente; la diferencia total de color (ΔE) para estas tortillas fue 17.5, 17.46 y 21.43, respectivamente (Cuadro 2). Las tortillas elaboradas con maíces mejorados (MMG y MCP) presentaron mayor ($p > 0.05$) valor Hunter “L” y menor ($p \leq 0.05$) ΔE que las hechas con

Maseca; esto significa tuvieron un color “más cercano al blanco”.

Las tortillas hechas de MMG nixtamalizado, MCP nixtamalizado y tortillas de harina comercial, presentaron valores de pH de 7.05, 7.14 y 6.78 respectivamente (Cuadro 2). Bedolla y Rooney (1984) reportan tortillas con valores de pH hasta 7.1- 7.2 conservan idealmente el característico sabor del producto final con vida anaquel aceptable. En el caso de tortillas de Maseca se presentó una diferencia estadísticamente significativa en este parámetro, en donde influye, entre otros factores, la cantidad de cal adicionada durante el procesamiento, el tipo de grano y a que a las harinas comerciales se les agregan aditivos para prolongar su conservación (Flores-Farías y col., 2000).

La digestibilidad proteínica *in vitro* de tortilla elaborada con harinas de MMG nixtamalizado, MCP nixtamalizado y de harina comercial Maseca fue 77.36, 77.75 y 76.80%, respectivamente (Cuadro 2). La digestibilidad

proteínica *in vitro* se incrementó ($p \leq 0.05$) en el paso de harina a tortilla.

Los valores de C-PER, para tortillas elaboradas con harinas nixtamalizadas de MMG, MCP y Maseca fueron 2.05, 1.85 y 1.04, respectivamente. Tortillas elaboradas con harina de MMG nixtamalizado presentaron mayor ($p \leq 0.05$) valor de C-PER que tortillas elaboradas con harinas nixtamalizadas de MCP y Maseca (Cuadro 2).

El contenido de almidón resistente (AR) en tortillas elaboradas con harinas de MMG y MCP, nixtamalizados, y en maíz nixtamalizado comercial (Maseca) fue de 2.4, 2.3 y 3.2 g/100 g, respectivamente. Estas tortillas presentaron contenidos de almidón resistente retrogra-

do (ARR) de 1.63, 1.67 y 1.57 g/100 g (Cuadro 2). Los contenidos de AR y ARR fueron mayores ($p \leq 0.05$) en tortillas que en harinas. Campus-Baypoli y col. (1999) reportaron contenidos de AR de 2.4% (bs) en tortillas de maíz comerciales elaboradas con harina de maíz nixtamalizado. Para tortillas hechas con el mismo tipo de harina, Agama-Acevedo y col. (2004) observaron contenidos de AR de 1.20-3.79% (bs).

Las tortillas elaboradas con harinas de MMG nixtamalizado, MCP nixtamalizado y de harina Maseca presentaron características sensoriales (hinchabilidad y aceptabilidad) estadísticamente iguales ($p \leq 0.05$) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Propiedades fisicoquímicas, funcionales, nutricional funcionales, nutricionales y sensoriales de tortillas elaboradas con harinas de MMG y MCP nixtamalizados.

Propiedad	Tortilla		
	MMG nixtamalizado ^{1,4}	MCP nixtamalizado ^{1,4}	Maseca ⁴
Composición química			
Proteína Cruda ²	12.64±0.03 ^a	10.156±0.05 ^b	8.93±0.35 ^c
Fisicoquímicas			
Color			
Valor Hunter “L”	84.66±0.02 ^a	84.68±0.20 ^a	80.77±0.07 ^b
ΔE	17.5±0.3 ^b	17.46±0.1 ^b	21.43±0.04 ^a
pH	7.05±0.00 ^b	7.14±0.01 ^a	6.78±0.00 ^c
Nutricionales			
Digestibilidad proteínica <i>In vitro</i>	77.36±0.40 ^a	77.75±0.40 ^a	76.80±0.9 ^a
C-PER ³	2.05±0.01 ^a	1.85±0.03 ^b	1.04±0.05 ^c
Almidón			
Resistente	2.4±0.01 ^b	2.3±0.03 ^c	3.2±0.1 ^a
Resistente retrogradado	1.63±0.01 ^a	1.67±0.01 ^a	1.57±0.05 ^b
Sensoriales			
Hinchabilidad	3.0±0.00 ^a	3.0±0.01 ^a	3.0±0.01 ^a
Aceptabilidad	4.0 ^a	4.12 ^a	4.03 ^a

¹ MMG = Maíz mejorado genéticamente. MCP = Maíz de calidad proteínica.

² Por ciento en base seca.

³ C-PER = Relación de eficiencia proteínica calculada.

⁴ Los resultados se analizaron por renglones aplicando la prueba de rango múltiple de Duncan. Valores con la misma letra no son diferentes ($p \leq 0.05$).

CONCLUSIONES

Se obtuvieron harinas de maíz mejorado genéticamente (MMG) nixtamalizado aptas para la elaboración de tortillas.

La harina de MMG nixtamalizado tuvo mayor ($p \leq 0.05$) contenido de proteínas que la harina de MCP nixtamalizado y maíz común nixtamalizado (Maseca).

La harina de MMG nixtamalizado tuvo mayor ($p \leq 0.05$) valor de relación de eficiencia proteínica calculada (C-PER) que la harina de MMG sin procesar.

Las tortillas elaboradas con harinas de MMG procesado tuvieron mayores ($p \leq 0.05$) valores de relación de eficiencia proteínica calculada (C-PER) que tortillas elaboradas con

harinas de MCP nixtamalizado y de harina comercial de maíz nixtamalizado (Maseca).

Las tortillas elaboradas con harina de maíz mejorado genéticamente (MMG) tuvieron mayor ($p \leq 0.05$) contenido de almidón resistente (AR) y almidón resistente retrogradado (ARR) que las harinas de MMG, nixtamalizado y crudo.

Las tortillas elaboradas con harinas de MCP, nixtamalizado y extrudido, de MMG nixtamalizado y Maseca tuvieron propiedades sensoriales similares ($p \leq 0.05$).

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y la Universidad Autónoma de Sinaloa (Convocatoria PROFAPI 2005).

BIBLIOGRAFÍA

- Agama-Acevedo, E.; Ottenhof, M.A.; Farhat, I.M. (2004), Efecto de la nixtamalización sobre las características moleculares del almidón de variedades pigmentadas de maíz, INCI 29:11 p.643-649, disponible el día 17 de abril de 2007 en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442004001100009&lng=es&nrm=iso.
- Almeida-Domínguez, H.D.; Cepeda, M.; y Rooney, L.W. (1996), Properties of comercial nixtamalization corn, *Cereal Foods World*, 41:624-630.
- AOAC (1999), Official methods of analysis 16th edn, Washington, DC, Association of Official Analytical Chemists.
- Bedolla, S.; y Rooney, L.W. (1984), Characteristics of us and mexican instant maize flours for tortilla and snack preparation, *Cereal Foods World*, 29:732-735
- Bello-Pérez, L.A.; Osorio-Díaz, P.; Agama-Acevedo, E.; Núñez-Santiago, C.; y Paredes-López, O. (2002), Chemical, physicochemical and rheological properties of masa and nixtamalized corn flour, *Agrociencia*, 36:319-328.
- Bressani, R. (1990), Chemistry, technology and nutritive value of maize tortillas, *Food Rev. Int.* 62(2):225-264.
- Campus-Baypoli, O.N.; Rosas-Burgos, E.C.; Torres-Chávez, P.I.; Ramírez-Wong, B.; y Serna-Saldívar, S.O. (1999), Physicochemical changes of stored during maize tortilla production, *Starch/Stärke*, 51:173-177.
- FAO (1993), El maíz en la nutrición humana. colección FAO, Alimentación y nutrición, Nº25. ISBN 92-5-303013-5 1, Maíz 2. Nutrición humana I, Título II, Roma, Italia, Serie Código FAO: 86 AGRIS: S01, disponible el día 08/sep/2005 en: <http://www.fao.org/docrep/T0395S/T0395S00.htm>
- FAO/WHO (1991), Protein quality evaluation. food and agricultural organization of the United Nations, Rome Italy, p 66.
- Flores-Farías, R.; Martínez-Bustos, F.; Salinas-Moreno, Y.; Chang, Y.K.; González-Hernández, J.; y Ríos, E. (2000), Physicochemical and rheological characteristics of comercial nixtamalized mexican maize flour tortillas, *J. Sci. Fod. Agric.* 80:657-664.
- Gómez, M.H.; Rooney, L.W.; Wanisk, R.D.; y Pflugfelder, R.L. (1987), Dry corn masa flours for tortilla and snack production, *Cereal Foods World*, 32: 372-377.
- Goñi, I.; García-Díaz, L.; Mañas, E.; y Saura-Calixto, F. (1996), Analysis of resistant starch: A method for foods and food products, *Food Chem.* 56:445-449.
- Hsu, H.W.; Vavak, D.I.; Saterlee, I.D.; y Miller, G.A. (1977), A multienzyme techniques for estimating protein digestibility, *J. Food Sci.* 42: 1269-1273.
- Hurrell, R.F.; Lerman, P.; y Carpenter, K.J. (1979), Reactive lysine in foodstruffs as measured by a rapid bye-binding procedure, *J. Food Sci.* 44: 1221-1227.
- INIFAP (1999), QPM maíz de alta calidad proteica. Doble proteína del maíz normal,

- Agrotecnologías, órgano informativo de INIFAP / PRODUCE, SAGAR, marzo-abril 11:1-2.
- López-Cervantes, J.; Sánchez-Machado, D.I.; Rosas-Rodríguez, J.A. (2006), Analysis of free amino acids in fermented shrimp waste by high-performance liquid chromatography, *J. of Chrom. A* 1105:106-110
- Milán-Carrillo, J.; Gutiérrez-Dorado, R.; Cuevas-Rodríguez, E.O.; Garzón-Tiznado, J.A.; y Reyes-Moreno, C. (2004), Nixtamalized flour from quality protein maize (*Zea mays* L), Optimization of alkaline processing, *Plant. Foods Hum. Nutr.* 59(1): 35 – 44.
- Paredes-López, O.; y Saharópulos-Paredes, M.E. (1983), A review of tortilla production technology, *Bakers Digest.* 57(5): 16-25.
- Pflugfelder, R.L.; Rooney, L.W.; y Waniska, R.D. (1988), Fractionation and composition of comercial corn masa, *Cereal Chem.* 65:262-266.
- Rascón-Cruz, Q.; Sinagawa-García, S.R.; Osuna-Castro, J.A.; Bohorova, N.; y Paredes-López, O. (2003), Accumulation, assembly and digestibility of amarantin expressed in transgenic tropical maize, *Theor Appl. Genet.* 108: 335-342.
- Sahai, D.; Surjewan, I.; Mua, J.P.; Buendía, M.O.; Rowe, M.; y Jackson, D.S. (2000), Dry matter loss during nixtamalization of a white corn hybrid: impact of processing parameters, *Cereal Chem.* 77:254-258.
- Satterlee, L.D.; Marshall, H.F.; y Tennyson, J.M. (1979), An in vitro assay for the prediction of the protein efficiency ratio (PER) (q.v.) of food proteins, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 56: 103-109.
- Saura-Calixto, F.; Goñi, I.; Bravo, L.; y Mañas, E. (1993), Resistant starch in foods: modified method for dietary fiber residues, *J. Food Sci.* 58:642-643.
- Serna-Saldívar, S.O. (1996), *Química, almacenamiento e industrialización de los cereales*, México, D.F. A.G.T., editor, S.A. 519 p.
- Vivas, N.E.; Waniska, R.O.; y Roney, L.W. (1987), Effect of tortilla production in protein of sorghum and maize, *Cereal Chem.* 64:384-389.

CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LA CARNE DE CODORNIZ JAPONESA EMPACADA AL VACÍO A DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO

Francisco Gerardo Ríos Rincón, Reyna Guadalupe Atondo Soberanes, Alma Beatriz Pérez Fernández, Germán Contreras Pérez, Carlos Bell Castro Tamayo.
Cuerpo Académico Producción y Calidad de los Productos Pecuarios.
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Sinaloa.
fgrios@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

Los principios de seguridad y calidad de los alimentos, significan para la industria alimentaria una prioridad, tanto para la protección de la salud pública como para lograr una mayor aceptación por los consumidores (Smith, 1999).

En el caso de la carne, como en otros productos alimenticios, ha surgido un consumidor cada vez más exigente con respecto a la buena calidad y cuidadosa higiene en la preparación, exhibición y venta de este producto (Roeber *et al.*, 2002).

Los establecimientos autorizados para el procesamiento de animales productores de carne, se enfocan a alcanzar buenas características de calidad a través del control de diversas fases del procesamiento, por lo que son fundamentales los aspectos de inspección sanitaria antes y durante el sacrificio, el manejo de la refrigeración y la presentación final de los productos, con la garantía de que el consumo de carne no dañe a la salud (Aguilar, 1996).

Al tecnificarse la producción de carne, en algunas regiones del país surgen establecimientos que incorporan nuevas tecnologías de proceso, como métodos de sacrificio humanitario, eficaces técnicas de conservación, y mediante el control de calidad, mejorar la condición sanitaria para prolongar la vida de anaquel de la carne y evitar la diseminación de enfermedades gastrointestinales de origen bacteriano (Villanueva y Aluja, 1998).

Para prevenir el crecimiento de microorganismos en la carne fresca, se han

incorporado procedimientos a la línea de sacrificio, que pueden reducir el conteo bacteriano de las canales; éstos incluyen a los programas de prerrequisitos previos al sacrificio, las buenas prácticas de manufactura y a los procedimientos operativos estandarizados de saneamiento (Arenas de Moreno, 2004), los métodos de refrigeración apropiados (Andago, 1997) y los sistemas descontaminantes y agentes sanitizantes (Bacon, 2000), con el propósito de ofrecer un producto inocuo.

Con base en lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue determinar la calidad fisicoquímica y microbiológica de carne de codorniz empacada al vacío a diferentes tiempos de almacenamiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en la Unidad de Investigación y Vinculación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Treinta y seis codornices de 28 días de edad fueron sacrificadas en grupos de seis mediante la técnica de desnucado; posteriormente fueron decapitadas manualmente y desangradas durante cinco minutos, en esta fase del proceso fueron sanitizadas, utilizando para ello ácido acético al 2 % (v/v), asperjado mediante un atomizador; posteriormente, las aves fueron desplumadas y despieladas por tracción manual; el tarso fue desprendido a partir de la articulación tibiotarsiana. La evisceración fue realizada mediante incisión y corte en la línea media desde la parte posterior de la región

abdominal, seccionado el músculo pectoral hasta el cuello y las vísceras digestivas y torácicas excepto corazón fueron desprendidas manualmente. Luego la canal fue lavada en agua potable a temperatura ambiente, eliminando restos de plumas y coágulos de sangre. Enseguida, las canales fueron colocadas en un recipiente con agua a temperatura de pre-enfriado (14 °C), durante quince minutos. Después fueron transferidas a un recipiente con agua a 4 °C, a la que le fue añadido 10 ppm de cloro, donde fue controlada la concentración mediante indicadores Chlorine Test Papers, La Motte^{MR}, en cada grupo las canales permanecieron diez minutos en este recipiente. Transcurrido ese tiempo, cuando la temperatura de la pechuga alcanzó los 4.8 a 5 °C, las canales se sacaron del recipiente, se pesaron y se realizaron las determinaciones físico-químicas a cada una de ellas, previo al empaque al vacío. Para la determinación inicial de las características microbiológicas se seleccionó una canal de cada grupo de seis canales. Posteriormente las 36 canales fueron empacadas al vacío individualmente, utilizando una máquina Torrey^{MR} modelo R 36. Las canales fueron conservadas en refrigeración a 4 °C en un refrigerador Torrey^{MR} modelo R 36, durante un máximo de treinta días. Se realizaron muestreos a los 0, 5, 10, 15, 20, 25, y 30 días, obteniendo los valores de las siguientes características físico-químicas: pH con un potenciómetro marca HANNA instruments, color (L*, a*, b*), con colorímetro marca ColorTec-PCM^{MR}, pérdida de peso por goteo, cuantificación y pérdida porcentual de jugo, y olor en una escala hedónica del 0 al 10. En cada muestreo se determinaron las características microbiológicas de las canales de acuerdo al siguiente procedimiento: cada canal fue colocada en una bolsa estéril Nasco Whirl-pak^{MR} conteniendo 100 mL de peptona al 0.1 % y agitadas fuertemente dentro de cada bolsa; 10 mL de este lavado fueron transferidos a tubos de ensayo conteniendo 90 mL de buffer de fosfatos para obtener las

diluciones -1, -2, -3, y -4. Para la determinación de mesófilos se utilizaron placas específicas RIDA COUNT Total^{MR} a una dilución de -3 y para la determinación de coliformes totales y E. coli se utilizaron placas específicas RIDA COUNT E. coli/Coliformes^{MR}. Las placas fueron colocadas en una incubadora Fisher Scientific Isotemp Incubator^{MR} a 37 °C realizando una primera lectura a las 24 h y una segunda lectura a las 48 h post incubación. Los resultados de las características físico-químicas fueron analizados mediante análisis de la varianza, utilizando el procedimiento GLM de SAS. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey estableciendo un valor de alfa de 0.05 para aceptar diferencias estadísticas entre periodo de muestreo. Para los resultados de las características microbiológicas, los datos fueron ajustados según la dilución y transformados a valor de logaritmo base 10 y posteriormente analizados mediante un procedimiento GLM de SAS. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey estableciendo un valor de alfa de 0.05 para aceptar diferencias estadísticas entre periodos de muestreos (Steel y Torrie, 1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se presentan los resultados de las características físico-químicas de la carne de codorniz empacada al vacío a diferentes tiempos de almacenamiento. El peso de la canal caliente fue similar entre los diferentes días de almacenamiento, pero su comportamiento no puede ser atribuido a esta condición, más bien es inherente a la propia naturaleza del producto, aunque este dato es de utilidad como referencia para estimar la pérdida porcentual de agua durante el almacenamiento. No se observaron cambios ($P>0.05$) en el valor del pH, durante los días 5, 10, 15 y 30 (5.36), comparados con el valor registrado al día 0; sin embargo, se observaron valores diferentes ($P<0.05$), los días 20 y 25 de almacenamiento, pero estos

fueron iguales entre sí (5.83). Estos valores indican que el pH de la carne de codorniz japonesa, se mantiene prácticamente sin cambio por efecto del empacado al vacío los primeros quince días, pero se incrementa a partir del día veinte, aunque empieza a disminuir a partir del día 25, alcanzando valores ligeramente ácidos el día treinta, pero dentro de los valores normales para la carne fresca de aves. Para el valor de L*, no se observó cambio aparente entre los valores registrados durante los diferentes días de almacenamiento (P>0.05), pero éstos fueron superiores al valor registrado al día 0 (44.16 vs. 39.83). Estos valores indican que la carne de codorniz presentó mayor luminosidad por efecto del empacado al vacío a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento. Para el valor de a*, no se observaron diferencias estadísticas entre los días de almacenamiento con respecto al día 0, sin embargo, sí se observan diferencias en los valores numéricos con relación al inicio del almacenamiento (12.00 vs. 8.81). De igual forma no se registraron diferencia para los valores de b*. Al evaluar las características físico-químicas de la carne de codorniz japonesa, Remington *et al.* (1998), no observaron diferencias en los valores de L*a*b*. En la variable pérdida de peso por goteo, se observó una inconsistencia en los resultados debido a fallas en el instrumento de medición, que no fueron detectados hasta que se realizó el procedimiento de análisis estadístico. La cantidad de agua perdida al

día 5 (5 mL) fue inferior (P<0.05) a la registrada los días 10, 15 y 20 (7.08 mL), que a su vez fue inferior a la registrada los días 25 y 30 (9.58 mL). Estos valores indican que la cantidad de agua perdida por la carne, aumentó gradualmente a medida que transcurrieron los días de almacenamiento. Con base en esta información, se puede considerar que hasta el día veinte los valores de pérdida de agua durante el almacenamiento se encuentran dentro de valores aceptables, toda vez que se registra una mayor pérdida a partir del día 25 y continúa incrementándose a medida que el almacenamiento de la carne empacada al vacío se prolonga; lo cual indica que el empacado al vacío es más eficiente para evitar el deterioro de esta características los primeros veinte días. Al evaluar las características físico-químicas de la carne de codorniz japonesa, Remington *et al.* (1998), encontraron valores altos de pérdida de agua, lo cual coincide con los resultados observados durante los 25 y treinta días de empacado al vacío. En la categoría de evaluación del olor, el mayor valor fue registrado al día 20 (9.86), seguido de los días 15 (9.42) y 25 (9.36), observando que al día 30 de empacado al vacío, esta característica presentó el menor valor de aceptación (8.96). Estos valores indican que el empacado al vacío de carne de codorniz japonesa, preserva la característica de mejor olor al día veinte, donde se logra el mejor nivel de aceptación.

Cuadro 1. Efecto del tiempo de almacenamiento en las características físico-químicas de la carne de codorniz japonesa empacada la vacío.

Variable	Días de almacenamiento							EEM
	0	5	10	15	20	25	30	
n	6	6	6	6	6	6	6	
PCC, g	122.6	119.5	127.4	123.9	119.2	120.5	130.9	15.2
pH	5.45 ^a	5.48 ^a	5.25 ^a	5.37 ^a	5.94 ^b	5.73 ^b	5.42 ^a	0.019
Color L*	39.83 ^a	44.56 ^b	44.18 ^b	44.65 ^b	46.07 ^b	41.92 ^b	43.61 ^b	6.37

Variable	Días de almacenamiento							EEM
	0	5	10	15	20	25	30	
a*	8.81	14.68	10.71	12.33	9.81	12.41	12.10	5.23
b*	14.17	14.23	14.47	14.65	13.02	15.77	14.81	4.14
PPG, %	9.29	7.36	-0.33	9.09	7.63	2.22	11.56	5.25
PDA, mL	-	5.0 ^a	6.58 ^b	7.33 ^b	7.33 ^b	8.27 ^c	10.90 ^c	2.9
PPDA, %	-	4.22 ^a	5.21 ^a	5.96 ^a	6.17 ^a	7.04 ^b	8.59 ^b	1.99
Olor	10 ^a	9.25 ^b	9.14 ^b	9.36 ^{ab}	9.86 ^a	9.42 ^{ab}	8.97 ^c	0.095

PCC: peso de la canal caliente; L*: luminosidad; a*: intensidad del color rojo; b*: intensidad del color amarillo; PPG: pérdida de peso por goteo; PDA: pérdida de agua, PPDA: pérdida porcentual de agua.

Olor: escala de medición de 0 a 10, donde 0 fue muy desagradable y 10 muy agradable.

a,b,c, literales diferentes entre columnas indican diferencia estadística (P<0.05).

En el cuadro 2 se muestran los resultados de los muestreos microbiológicos de la carne de codorniz empacada al vacío a diferentes tiempos de almacenamiento. Se observó modificación (P<0.05) en los valores de microorganismos mesofilos aerobios, durante los días 10, 15, 20, 25, y 30 de almacenamiento de carne de codorniz empacada al vacío, con respecto al día 0 (3.68 vs. 4.43 Log UFC). Estos valores indican que el crecimiento de mesofilos aerobios en la carne de codorniz japonesa, disminuye por efecto del almacenamiento del producto empacado al vacío. Al-Mohizea *et al.* (1994), determinaron que la cuenta inicial total de

mesofilos aerobios, está relativamente relacionada con la vida de anaquel de carne de pollo, porque al conducir un experimento encontraron que la vida media fue de 9.6 días almacenada a 4 °C, cuando la carga inicial fue de 4.67 Log UFC. Aunque la reducción de microorganismos aerobios en canales de ave también puede deberse al efecto de la refrigeración, lo anterior quedo demostrado por Cason *et al.* (1997), quienes determinaron en canales de pollo que el conteo de bacterias mesófilas aerobias se redujo de 5.33 a 1.8 Log UFC, por efecto en la disminución de la temperatura de almacenamiento.

Cuadro 2. Efecto del tiempo de almacenamiento en el crecimiento de mesofilos aerobios, coliformes totales y E. coli (log UFC) en la carne de codorniz empacada al vacío.

Variable	Días de almacenamiento							EEM
	0	5	10	15	20	25	30	
n	6	6	6	6	6	6	6	
Mesofilos	4.43 ^a	-	3.68 ^b	3.72 ^b	3.65 ^b	3.69 ^b	3.66 ^b	0.11
Coliformes	3.40 ^a	2.78 ^{ab}	1.89 ^c	2.63 ^b	2.70 ^{ab}	2.28 ^{bc}	2.10 ^{bc}	0.33
E. coli	1.34 ^b	1.02 ^b	0.76 ^b	0.52 ^b	1.79 ^a	0.87 ^b	1.50 ^b	0.14

a,b,c, literales diferentes entre columnas indican diferencia estadística (P<0.05).

En el conteo de coliformes totales se observó que cinco días después del almacenamiento, se redujo la cantidad de bacterias, y esta reducción fue mayor el día 10, alcanzando valores de 1.89 Log UFC; sin embargo, se observó un incremento en los valores de coliformes totales a partir del día

15, que se mantuvo al día 20 y posteriormente se redujo al día 30 alcanzando valores inferiores a los observados en el día 0 (3.40 vs. 2.10 Log UFC). El-Dengawi y Nassar (2001), observaron que los valores de coliformes totales en canales de codorniz japonesa fueron de 2.77 Log UFC, en tanto que Khalifa y

Nassar (2001), registraron 2.21 Log UFC en canales de pollo y Smith *et al.* (2005) mencionan valores de 3.0 Log UFC, también en canales de pollo. Cason *et al.* (2004) afirman que en canales de pollo, el enfriado inmediato reduce los conteos bacterianos de coliformes.

CONCLUSIONES

Se concluye que el empacado al vacío preserva las características fisicoquímicas de la canal de codorniz japonesa, inhibe el crecimiento de mesófilos aerobios, coliformes, pero no disminuye la contaminación de origen de *E. coli* durante el almacenamiento.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo financiero del Programa de Fomento y Apoyo a Proyectos de Investigación edición 2006 de la Universidad Autónoma de Sinaloa, para la realización del presente trabajo de investigación.

LITERATURA CITADA

Aguilar, I. J. (1996), Tendencias de la tecnología en rastros, Memorias del curso de actualización: ganadería, industria y ciencia de la carne en México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 117- 128.

Al-Mohizea, .S.; A.S. Mashhadi; A. Fawwal; A. al-Shalhat (1994), Microbiological and shelf life assessment of chilled eviscerated whole chicken broilers in Saudi Arabia, Br. Poult. Sci. 35:519-526.

Andago, T.Y.; L.D. Thompson; M.F. Miller y M.A. Carr (1997), Microbiological quality of park carcasses chilled methods under commercial conditions, Dept., of Animal Science and Food Technology. Texas Tech University, Lubbock Texas, USA.

Arenas de Moreno, L; N. Huerta-Leidenz; Y. Ortiz; M. Valera-Matos and G. C. Smith (2004), Microbiological contamination on beef carcass in a small abattoir in

Venezuela, disponible en: <http://ansci.colostate.edu/content/view/51>. Fecha de acceso: 23 de enero de 2007.

Bacon, R.T.; K. E. Belk; J. N. Sofos; R. P. Clayton; J. O. Reagon and G.C. Smith (2000), Microbial populations on animal hides and beef carcasses at different stages of slaughter in plants employing multiple-sequential interventions for decontamination.

Cason J.A.; J.S. Bailey; N. J. Stern; A. D. Whittemore; N. A. Cox (1997), Relationship between aerobic bacteria, salmonellae and *Compilobacter* on broiler carcass, Poult. Sci. 76:1037-1041.

Cason J. A; M. E. Berrang; R. J. Buhr; N. A. Cox (2004), Effect of prechill fecal contamination on numbers of bacteria recovered from broiler chicken carcasses before and after immersion chilling, J. Food Prot. 67:1829-1833.

el-Dengawy, R.A.; and A. M. Nassar (2001), Investigation on the nutritive value and microbiological quality of wild quail carcasses, Nahrung, 45:50-54

Khalifa, A.H., and A.M. Nassar (2001), Nutritional and bacteriological properties of some game duck carcasses, Nahrung, 45:289-292.

Remignon, H.; A. D. Mills.; D. Guemene; V. Desrosiers; M. Garreau-Mills; M. Marche; G. Marche (1998), Meat quality traits and muscle characteristics in high or low fear lines of Japanese quails (*Coturnix japonica*) subjected to acute stress, Br. Poult. Sci. 39:372-378.

Roeber, D.L.; J.A. Scanga; D.E. Belk; and G.C. Smith (2002), Consumers attitudes and preferences, Meat Science and Food Safety Research Articles, CSU Department of Animal Science, disponible en: <http://ansci.colostate.edu/content/view/10/>. Fecha de acceso: 23 de enero de 2007.

Smith, D.P.; J. A. Cason; M. E. Berrang (2005), Effect of fecal contamination and cross contamination on numbers of coliform, *Escherichia coli*, *Campylobacter* and

- Salmonella on immersion-chilled broiler carcasses, *J. Food Prot.* 68:1340-1345.
- Smith, G.C. (1999), *Meat Safety*, Center for Meat Safety Center, Department of Animal Sciences, Colorado State University, Fort Collins, CO. USA, disponible en: http://ansci.colostate.edu/files/meat_sciences/meatsafety.pdf. Fecha de acceso: 23 de enero de 2007.
- Steel, R. G. D., y J .H. Torrie (1988), *Bioestadística, Principios y procedimientos*, 2ª. Edición, McGraw-Hill, México, D. F.
- Villanueva V., y A. S. de Aluja (1998), Estado actual de algunas plantas de sacrificio de animales para consumo humano, *Vet. Mex.* 29:273-278.

EFFECTO DE AGENTES BETA AGONISTAS EN LA RESPUESTA PRODUCTIVA, CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y CALIDAD DE LA CARNE DE OVINOS

Francisco Gerardo Ríos Rincón*¹, Juan Carlos Robles Estrada¹, Sonia Guadalupe Aza Rodríguez¹, Jesús Francisco Obregón¹, Alfredo Estrada Angulo¹, Germán Contreras Pérez¹, Jesús José Portillo Loera¹, Laura Contreras Angulo² y Alma Beatriz Pérez Fernández²

Cuerpo Académico Producción y Calidad de los Productos Pecuarios.

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Sinaloa.

²Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Culiacán.

fgrios@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

Para hacer más eficiente la producción ovina, se han incorporado sistemas de producción intensiva (Cano *et al.*, 2001) y la utilización de promotores del crecimiento de la familia de los Agentes Beta Adrenérgicos (ABA) (Byers, 1982). Uno de los efectos biológicos más consistentes de ABA, es el rápido incremento en la cantidad de proteína del músculo en ganado productor de carne (Preston, 2004); y además, se presenta una significativa reducción del tejido adiposo en la canal (Mersmann, 1998), al estimular la hidrólisis de los triglicéridos y reducir la síntesis de ácidos grasos. La información disponible de la utilización de los ABA como el clorhidrato de zilpaterol (HCl-Z) en ovinos en fase de finalización es escasa y en el caso del clorhidrato de ractopamina (HCl-R), los resultados de investigación se han presentado sólo en bovinos. De acuerdo con lo anterior el objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la inclusión de clorhidrato de ractopamina y clorhidrato de zilpaterol en la respuesta productiva, características de la canal y calidad de la carne de ovinos en finalización.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue conducido en la Unidad Experimental de Engorda para Pequeños Rumiantes de la FMVZ de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Se efectuó una prueba de respuesta productiva con duración de 35 días, utilizando sesenta ovinos de pelo, machos, con peso vivo inicial promedio de

35.81 ± 3.05 kg. Los ovinos, de acuerdo a un diseño de bloques completos al azar, fueron asignados en grupos de cuatro a quince corraletas experimentales. A tres corrales en cada bloque se les asignó a consumir durante 35 días a libre acceso tres dietas integrales isoproteicas e isoenergéticas en que consistieron los tratamientos 1) Dieta testigo con 17 % de PC y 3.62 Mcal de ED/kg/MS, con 11.9 % heno de sudan, 62 % grano de maíz, 14 % pasta de soya, 2 % harina de carne, 5 % de melaza de caña, 2 % grasa animal, 2.5 % de premezcla mineral y 0.6 % de bicarbonato de sodio; 2) Dieta similar al testigo, adicionada con 15.5 ppm de HCl-R, y 3) Dieta similar al testigo, adicionada con 3.75 ppm de HCl-Z. Durante la prueba fue registrado el consumo de alimento; se determinó la ganancia de peso y calculó la conversión alimenticia. Al sacrificio se registró el peso de la canal caliente, antes de conservarlas a 4 °C por 24 h. De la canal fría se registró: área del ojo de costilla (cm²) obtenida mediante plantilla oficial del servicio de clasificación de canales de los Estados Unidos de América (USDA), espesor de grasa dorsal (mm) medido a la altura de la 11-12^a costilla con un vernier digital de alta precisión TruperMR, y peso de grasa en riñón y pelvis (kg) obtenida por extracción manual. El rendimiento de la canal (%) fue calculado al dividir el peso de la canal caliente entre el peso vivo antes del sacrificio. Posteriormente, muestras de 200 g del músculo *Longissimus* de cada canal, fueron utilizadas para determinar pH, color (L*= luminosidad, a*=color rojo, b*=color amarillo), perfil de textura y pérdida de agua por goteo (PAG). La medición de pH

en cada muestra por triplicado se realizó con un potenciómetro HANNA modelo HI99163 adaptado con electrodo de penetración. Con un espectrofotómetro MinoltaMR modelo CM2600d se midió el color de cada una de las muestras por duplicado. Con un penetrómetro Chatillon DFIS50 adaptado a una base modelo TCD200 se midió el perfil de textura tomando muestras de 1 cm², y ejerciendo 50 % de deformación y compresión de la muestra. Para determinar la PAG, submuestras de 4 g fueron retiradas de cada una de las muestras y preparadas según la técnica de Honikel (1998). A los valores resultantes de los tres tratamientos en la respuesta productiva, características de la canal y calidad de la carne, les fue aplicado un análisis de varianza para un diseño de Bloques completos al azar, con un nivel máximo de \pm de 0.05 para aceptar diferencia estadística entre tratamientos. Para la comparación de grupos de medias de tratamientos se utilizó la prueba de contrastes ortogonales, que fueron: 1) Testigo vs. HCl-R y HCl-Z; 2) HCl-R vs. HCl-Z (Steel y Torrie, 1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de la inclusión de clorhidrato de zilpaterol y clorhidrato de ractopamina en la respuesta productiva de ovinos en finalización se muestra en el cuadro 1. El peso final fue mayor ($P = 0.043$) en 3.16 % en los animales que recibieron en la dieta 3.75 ppm de HCl-Z y 15.5 ppm de HCl-R. Este efecto no fue observado por Shackelford *et al.* (1992) al incluir en la dieta de ovinos Rambouillet, durante 92 días, 1 ppm de L-644,969; de igual manera Félix *et al.* (2005), determinaron que la inclusión de 4.5 y 6.7 ppm de HCl-Z en la dieta para ovinos de pelo, durante treinta días, no modificó esta variable; lo anterior puede ser explicado de acuerdo con Mersmann (1998) y Jhonson (2004), quienes indican que el peso vivo es un factor que afecta la respuesta de los ABA, ya que la madurez del músculo puede promover el incremento de receptores o mayor sensibilidad de éstos.

Cuadro 1. Efecto del clorhidrato de zilpaterol y clorhidrato de ractopamina en la respuesta productiva de ovinos de pelo en finalización.

Variable	Tratamientos				EEM	Efecto ^a
	n	Testigo	HCl-Zilpaterol	HCl-Ractopamina		
Peso vivo, kg						
Peso inicial	5	35.93	35.76	35.76	0.78	
Peso final	5	41.33	42.49	42.8	0.84	CB
Consumo, kg/d	5	1.02	1.07	1.08	0.03	cb
GDP, kg	5	0.17	0.21	0.22	0.01	CB
CA	5	6.16	5.11	5.27	0.24	CB

^a Efecto de contrastes: CB ($P < 0.05$)= Testigo vs. demás; cb ($P < 0.10$)= Testigo vs. demás.

GDP= Ganancia diaria de peso; CA= Conversión alimenticia.

n= cinco repeticiones con cuatro ovinos cada una.

En el presente trabajo, se observó que HCl-Z y HCl-R mejoraron la ganancia diaria de peso (GDP) en 26.47 % ($P = 0.006$). Lo anterior, es coincidente con los resultados obtenidos en bovinos por Barajas *et al.* (1998) y Garcés *et al.* (1998), al utilizar 6 ppm de HCl-Z. Sin embargo, al administrar HCl-Z a ovinos Salinas *et al.* (2004) no observaron mejora (0.365 vs. 0.347

g/d) en esta variable; la falta de efecto en GDP también fue observada por Félix *et al.* (2005) y López *et al.* (2003). En el presente trabajo se observó que la conversión alimenticia disminuyó ($P < 0.05$) en 16.68 % por efecto de la adición de 3.75 ppm de HCl-Z y 15.5 ppm de HCl-R; respuesta positiva fue observada por Barajas *et al.* (1998), quienes mencionan una

mejora en la conversión alimenticia de 21.9 % en bovinos. Mejoras en 13.9 % en esta variable han sido encontradas por Loe *et al.* (2005) al evaluar la respuesta productiva de novillos en la etapa de finalización mediante la inclusión el HCl-R. En el presente estudio, no se observó efecto ($P > 0.10$) en el consumo de alimento (1.056 kg/d) en ninguno de los contrastes: de igual forma Plascencia *et al.* (1999), observaron que la adición de HCl-Z no afectó el consumo de alimento (8.55 vs. 8.45). Estos resultados indican que al mejorar el peso final, la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia sin incrementar el consumo de alimento, el animal es más eficiente al recibir ABA en la dieta. Por su parte Jhonson (2004) señala que el mejoramiento de la respuesta productiva es el resultado de los cambios en la composición de los tejidos corporales al incrementar la síntesis de proteína y disminuir el tejido adiposo, pero cuando no se registra efecto, una posible explicación se deriva del bajo peso corporal al que otros autores han administrado este compuesto, porque su

mayor actividad está relacionada con la madurez muscular (Beermann, 2002).

El efecto de la adición de HCl-Z y HCl-R en las características de canal de ovinos en finalización se muestra en el cuadro 2. Se observó que en los animales al recibir la dieta con HCl-Z y HCl-R, el peso de la canal fue mayor en 5.54 % que en el grupo testigo ($P = 0.0006$). Estos resultados se explican en razón que los ABA, propician aumento de la cantidad de proteína de la canal (Schroeder *et al.*, 2005). Sin embargo, el efecto de los ABA en el rendimiento de la canal, sólo fue mostrado para los ovinos que recibieron 3.75 ppm de HCl-Z, al incrementar en 1.31 % el valor de esta variable. Las experiencias en bovinos productores de carne, muestran mejora en el porcentaje de rendimiento en canal con zilpaterol (Plascencia *et al.*, 1999); sin embargo, en experimentos previos donde se han utilizado ovinos en finalización, diversos autores han observado que esta característica no se modifica por la utilización de ABA (Shackelford *et al.*, 1992; López *et al.*, 2003 y Félix *et al.*, 2005).

Cuadro 2. Efecto de la adición de clorhidrato de zilpaterol y clorhidrato de ractopamina en las características de canal de ovinos de pelo en finalización.

Variable	Tratamientos					Efecto ^a
	n	Testigo	HCl-Zilpaterol	HCl-Ractopamina	EEM	
Peso canal, kg	5	21.46	22.73	22.16	0.49	CB, rz
RC, %	5	51.9	53.42	51.75	0.32	RZ
EGD, mm	5	1.33	1.72	1.56	0.11	
AOC, cm ²	5	12.38	13.41	12.45	0.27	
GRP, g	5	652.6	625.9	708.6	37.56	

^a Efecto de contrastes: CB ($P < 0.05$)= Testigo vs. ABA; RZ ($P < 0.05$)= HCl-Ractopamina vs. HCl-Zilpaterol; rz ($P = 0.10$) = HCl-Ractopamina vs. HCl-Zilpaterol. RC= Rendimiento en canal; EGD= Espesor de grasa dorsal; AOC= Área ojo de la costilla; GRP= Grasa de riñón y pelvis. n= cinco repeticiones con cuatro ovinos cada una.

En el cuadro 3 se muestran los resultados de la inclusión de HCl-R y HCl-ZI en el color, pH y PAG de la carne de ovino. En el presente estudio, la inclusión de HCl-Z favoreció la luminosidad (L^*), así como la intensidad de b^* , pero no fue así para la intensidad del color

rojo (a^*), donde el grupo testigo mostró el mayor valor (33.68; $P < 0.001$), obteniendo valores intermedios en todas las variables de color la carne proveniente del grupo que recibió ractopamina.

Cuadro 3. Efecto de la inclusión de HCl-ractopamina y HCl-zilpaterol en las características de calidad de la carne de ovino de pelo en finalización.

Característica	Testigo	HCl-Ractopamina	HCl-Zilpaterol	EEM	Efecto ^a
Color					
L*	33.68	32.54	29.98	13.55	CB, RZ
a*	6.47	5.89	5.35	1.59	CB
b*	3.81	3.14	1.31	4.73	CB, RZ
Cromaticidad	7.78	6.94	5.74	2.75	CB, RZ
pH	5.13	5.25	5.42	0.041	CB, RZ
PAG, %	5.61	5.86	5.74	2.84	ns
Dureza, kg/cm ²	0.59	0.61	0.67	0.07	ns

^aEfecto de contrastes: CB (P<0.05)= Testigo vs. ABA; CZ (P<0.05)= HCl-ractopamina vs. HCl-zilpaterol; ns= no significativo; PAG= pérdida de agua por goteo.

Fahmy *et al.* (1992), observaron valores de L*= 25.8 en ovinos que recibieron diferentes suplementos proteicos; de igual forma mencionan valores de a*= 5.1 y para b*= 5.6. Por su parte, Geesink *et al.* (1993), al usar 0.16 mg/kg de PV-1.d-1 de clenbuterol en vaquillas, determinaron que los valores de L* se incrementan, debido a que disminuye la capacidad de retención de agua de los músculos, al incrementar la reflectancia por la capa acuosa que se forma en la superficie del músculo, lo cual generalmente es asociado con un ligero color muscular. Los valores de pH observados en el presente trabajo se encuentran en el rango de 5.13 a 5.42. En este sentido, Devine *et al.* (1993), determinaron que el valor normal del pH final de la carne de ovinos en crecimiento varía de 5.2 a 5.5. En el presente experimento, el valor del pH fue diferente entre todos los tratamientos (P<0.001), obteniendo el valor más bajo los animales del grupo testigo, aunque todos los valores del pH se encuentran debajo de los que fueron observados por Koohmarie *et al.* (1996) al administrar el agente beta agonista L-644,969 a ovinos (5.79 vs. 5.83). Estos resultados sugieren que la tasa de degradación de glucógeno es más lenta en los músculos de los animales que pertenecen al grupo control, pero en general los valores de pH moderadamente bajos corresponden a una carne normal, contrario a los valores altos que indican que los depósitos de glucógeno fueron agotados antes del sacrificio y que están

asociados a menor suavidad de la carne. De acuerdo con Goncalves *et al.* (2004), estos resultados confirman que aun con la administración de ABA, la carne ovina no presenta problemas relacionados con el pH como la ocurrencia de carne oscura, seca y firme o bien, pálida, suave y exudativa, por lo que se considera una carne apta para el empacado al vacío. Se observó que la pérdida de agua por goteo no fue modificada (P>0.76) por la inclusión de agentes β -agonistas. Efecto similar fue observado por Fiems *et al.* (1990); sin embargo, Allen *et al.* (1987) y Fabry *et al.* (1990) observaron que la pérdida de agua por goteo se incrementó en el músculo *Longissimus* como consecuencia del tratamiento con ABA. La inclusión de los ABA no modificó el perfil de textura de la carne; sin embargo, Koohmaraie *et al.* (1991), afirman que los agentes β -agonistas parecen tener un efecto negativo sobre algunas características físicas de la carne, entre las que se encuentra la suavidad. Kretchmar *et al.* (1990), señalan que los ABA disminuyen la suavidad de la carne de ovinos porque reducen la capacidad proteolítica post-mortem del músculo, así como la reducción en la tasa de degradación de la proteína, que son la base para observar cómo se reduce la suavidad de la carne en animales tratados con ABA (Wheeler y Koohmaraie, 1992).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo financiero del Programa de Fomento y Apoyo a Proyectos de Investigación Edición 2006 de la Universidad Autónoma de Sinaloa, para la realización del presente trabajo.

CONCLUSIONES

La adición de 15.5 ppm de clorhidrato de ractopamina y 3.75 ppm de clorhidrato de zilpaterol en la dieta para ovinos en finalización mejora la respuesta productiva, el peso y el rendimiento de la canal, afecta las características de color y pH, pero no afecta la pérdida de agua por goteo ni modifica la textura de la carne.

LITERATURA CITADA

- Allen, P.; J. F. Quirke, and P. V. Tarrant (1987), Effects of cimaterol on the growth, food efficiency and carcass quality of Friesian cattle, en: J. P. Hanrahan (ed.) Beta-agonists and their effects on animal growth and carcass quality, Elsevier Applied Science Publishers, Barking, U.K., p 83.
- Barajas, C. R.; A. R. Virgilio; P. G. Contreras y P. O.R. Monárrez (1998), Efecto del clorhidrato de zilpaterol (zilmax) sobre la respuesta productiva de toretes cebú finalizados en trópico seco, XXXIV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, Querétaro, México, p. 144.
- Beermann, D. H. (2002), Beta-Adrenergic receptor agonist modulation of skeletal muscle growth, *J. Anim. Sci.* 80 (E. Suppl. 1): E18-E23.
- Byers, F. M. (1982), Nutritional factors affecting growth of muscle and adipose tissue in ruminants, *Fed. Proc.* Jul. 41 (9):2562-2566.
- Cano, B. J.; T. J. De Lucas y R. G. Valenzuela, (2001), Crecimiento comparativo entre corderos alimentados en pastoreo y en corral de engorda, Memoria electrónica del 2° Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, XI Congreso Nacional de Producción Ovina, 22 al 25 de mayo, Mérida, Yucatán, México.
- Devine, C.E.; A.E. Graafhuis; P.D. Muir, and B.B. Chrystall (1993), The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs, *Meat. Sci.* 35:63-77.
- Fahmy, M. H.; J. M. Boucher; L. M. Poste; R. Gregoire; G. Butlers, and J. E. Comeau, (1992), Feed efficiency, carcass characteristics, and sensory quality of lambs, with or without prolific ancestry fed diets with different protein supplements, *J. Anim. Sci.* 70:1365-1374.
- Félix, A.; A. A. Estrada; F. G. Ríos; C. H. Ramos; and A.B. Pérez (2005), Effect of zilpaterol clorhidrate on growth performance and carcass traits in sheep, *J. Anim. Sci.* 83 (Suppl. 1):63 (Abstr.).
- Garcés, Y. P.; R. Zinn; A. M. Rebolledo y C. C. Abreu (1998), Efecto del clorhidrato de zilpaterol sobre la ganancia de peso y características de la canal de toretes finalizados en pastoreo, XXXIV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, Querétaro, México, P 143.
- Geesink, G. H.; F.J.M. Smulders; H.L.J.M. van Laack; J. H. van der Kolkt; Th. Wensing, and H. J. Breukink (1993), Effects on meat quality of the use of Clenbuterol in Veal Calves, *J. Anim. Sci.* 71:1161-1170.
- Goncalves, L.A.G.; J.F.F. Zapata; M.C.P. Rodríguez, and A.J. Borges (2005), The effects of sex and aging on lamb meat quality, *Cienc. Tecnol. Alim.* 24:459-467.
- Honikel, K. O. (1998), Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat, *J. Meat Sci.* 49:447-457.
- Jhonson, J. B. (2004), B-Adrenergic Agonist: efficacy and potential mode of action in cattle, Plains Nutrition Council Spring Conference, April 15-16, San Antonio Texas, Texas & Research and Extension Center Amarillo, USA.
- Koohmaraie, M.; S. D. Shackelford; N. E. Muggli-Cockett, and R. T. Stone (1991), Effect of the B-Adrenergic agonist L-644-

- 969, on muscle growth, endogenous proteinase activities, and postmortem proteolysis in weather lambs, *J. Anim. Sci.* 69:4823-4835.
- Koohmaraie, S. D. Shackelford, and T. L. Wheeler (1996), Effects of a β -Adrenergic Agonist (L-644,969) and male sex condition on muscle growth and meat quality of callipyge lambs, *J. Anim. Sci.* 74:70-79.
- Kretchmar, D.H.; M.R. Hathaway; R.J. Epley and W. R. Dayton (1990), Alterations in postmortem degradation of myofibrillar proteins in lambs fed a β -adrenergic agonist, *J. Anim. Sci.* 68:1760-1772.
- Loe, E. R.; M. J. Quinn; D. K. Walker; B. E. Depenbush; A. S. Webb; M. E. Corrigan; T. J. Klopfenstein; G. E. Erickson; B. D. Dicke; E. Titgemeyer; and J.S. Drouillar (2005), Effect of optaflexx[®] on finishing performance of steers and heifers, Plains Nutrition Council Spring Conference, april 14-15, San Antonio Texas, Texas & Research and Extension Center Amarillo, USA.
- López, Z. R.; S. O. Argudín y A. D. Anaya (2003), Efecto de un β -Adrenérgico solo y combinado sobre aumento de peso, grasa dorsal y área de rib eye en Ovinos Tabasco, Memorias XXVII Congreso Nacional de Buiatría, pp. 240-241.
- Mersmann, H. J. (1998), Overview of the effects of beta-adrenergic receptor agonist on animal growth including mechanisms of action, *J. Anim. Sci.* 76:160-172.
- Plascencia, A.; N. Torrentera; and R. A. Zinn (1999), Influence of the β -agonist, zilpaterol, on growth performance and carcass characteristics of feedlot steers, Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science, 50:331-334.
- Salinas, C. J.; R. G. Ramirez; M. M. Domínguez; R. C. Palomo, and V. H. López (2004), Influence of zilpaterol hydrochloride on growth and carcass characteristics of pelibuey lambs, *J. Appl. Anim. Res.* 26: 13-16.
- Schoereder, A.; D. Hancock; D. Mowrey; S. Laudert; G. Vogel, and D. Polser (2005), Dose titration of Optaflexx (ractopamine HCl) evaluating the effects on growth performance in feedlot steers, *J. Anim. Sci.* 83 (Suppl. 1): 111 (Abstr.).
- Shackelford, S. D.; J. W. Edwards; E. K. Smarr, and J. W. Savell (1992), Retail cut yields of rambouillet wether lambs fed the β -Adrenergic Agonist L 644, 969, *J. Anim. Sci.* 70: 161-168.
- Steel, G. D. R y J. H. Torrie (1988), Bioestadística: principios y procedimientos, 2ª Edición, Editorial McGraw-Hill interamericana, México.
- Wheeler, T. L., and M. Koohmaraie (1992), Effects of the beta-adrenergic agonist L-644,969 on muscle protein turnover, endogenous proteinase activities and meat tenderness in steers, *J. Anim. Sci.* 70:3035-3043.

BALANCE ENERGÉTICO DEL ROTÍFERO *Brachionus rotundiformis* ALIMENTADO CON CUATRO ESPECIES DE MICROALGAS

José Cristóbal Román Reyes^{*1}, Angel Humberto Rojo Cebreros², Mario Nieves Soto¹, Pablo Piña Valdez¹, María Alejandra Medina Jasso¹ y Martín Alejandro Guerrero Ibarra¹. ¹Cuerpo Académico "Ecofisiología y Cultivo de Organismos Acuáticos (UAS-CA-162), Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, ²tesista de Licenciatura, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa.

*jroman@mzt.megared.net.mx

INTRODUCCIÓN

El desarrollo biotecnológico para el cultivo del ciclo cerrado de varias especies marinas depende del cultivo masivo de los rotíferos *Brachionus plicatilis* y *Brachionus rotundiformis*. Este último es el rotífero preferido para cultivar larvas de especies marinas de regiones tropicales (Rumengan *et al.*, 1998) y su separación reciente en un morfotipo aparte de *B. plicatilis* estimula el interés en emprender estudios específicos sobre estos organismos. El estudio de los aspectos bioenergéticos de los organismos es fundamental para estimar las raciones alimenticias óptimas, la producción de desechos orgánicos en los sistemas de cultivo y los efectos que éstos tienen en la producción de biomasa. En acuicultura, estos estudios permiten optimizar las estrategias de cultivo de las especies acuícolas, y en el caso del rotífero, la manera en que el alimento influye en las variables fisiológicas que integran el balance energético, permitirá proponer alternativas de cultivo más adecuado y mejorar la calidad de los organismos cultivados. En este estudio se evalúa el balance energético del rotífero *B. rotundiformis* alimentado con las microalgas *Nannochloropsis* spp., *Isochysis* spp., *Chaetoceros muelleri* y *Phaeodactylum tricornutum*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los organismos experimentales se obtuvieron de la colección del Laboratorio de Ecofisiología de Organismos Acuáticos y Cultivos de Apoyo para la Acuicultura, de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Se efectuaron dos experimentos por

tipo de dieta y se evaluó el efecto del tiempo experimental, a intervalos de media hora durante dos horas, sobre los componentes del balance energético de *B. rotundiformis* alimentado con las cuatro microalgas y mantenidos en respirómetros cerrados, se utilizaron cinco repeticiones y dos testigos por cada intervalo de tiempo experimental. Para la determinación de la eficiencia de asimilación (EA) se efectuaron un total de cuatro experimentos por cada tipo de alimento y fue calculada con el método de proporciones propuesto por Conover (1966). Las raciones de alimentación durante los experimentos fueron de 33.9×10^6 pg.ml⁻¹ de biomasa orgánica. La tasa de ingestión (I) fue evaluada con el uso de un contador de partículas Spectrex Láser, Modelo PC-2000, la tasa de respiración (R) se midió determinando la concentración de oxígeno disuelto utilizando un oxímetro MICROX TX2 (PreSens, GMBH), con microsensor de fibra óptica, la excreción de amonio (U) se determinó con un electrodo específico para amonio ORION, modelo 92-15, conectado a un multianalizador de iones ORION EA, modelo 940. El balance energético fue evaluado de acuerdo a la ecuación propuesta por Winberg (1960): $P=A-(R+U)$, donde A es la energía absorbida del alimento, la cual se obtiene de la diferencia entre la energía consumida (C) y la energía perdida en las heces (H), R es la energía gastada debido al proceso fisiológico de la respiración, U es la energía invertida en la excreción de amonio y P es la ganancia de energía, la cual es transformada en crecimiento somático y producción de huevos (campo de crecimiento). Para calcular el campo de crecimiento P se requiere transformar todos los términos que componen la

ecuación en unidades de energía por individuo ($\text{mJ}\cdot\text{rot}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$). En este sentido, la energía consumida se evaluó de acuerdo a la ecuación $C=I\cdot E(\text{PO})$, Donde I es la tasa de ingestión en miligramos de biomasa orgánica del alimento consumido por hora ($\text{mg}\cdot\text{h}^{-1}$) y E(PO) es el valor energético en Joules por miligramo de biomasa orgánica ($\text{J}\cdot\text{mg}^{-1}\text{PO}$) del alimento ingerido. Los valores energéticos de las microalgas fueron obtenidos de Ben-Amotz, 1984 para *Nannochloropsis* spp.; Whyte, 1987 para *Isochrysis* spp.; Piña Valdez, 2004 para *C. muelleri* y Widdows *et al.*, 1979 para *P. tricornutum*). La energía absorbida (A) se calculó multiplicando la energía consumida (C, $\text{mJ}\cdot\text{rot}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$) por la proporción de la eficiencia de asimilación (EA). La energía perdida por el proceso de respiración se obtuvo multiplicando la cantidad de oxígeno consumido (R) por su equivalente energético de $14.06 \text{ J}\cdot\text{mg}^{-1}$ de oxígeno consumido (Crisp, 1971), mientras que la energía invertida en el proceso de

excreción de amonio fue obtenida como el producto de la cantidad de amonio excretado y la equivalencia energética de Elliot y Davison (1975), la cual es de $24.87 \text{ J}\cdot\text{mg}^{-1}$ de amonio excretado. Los datos obtenidos fueron procesados mediante análisis de varianza de un factor (Zar, 1999).

RESULTADOS

La tabla 1 muestra el balance energético y el tiempo experimental medido en intervalos de media hora durante dos horas de *B. rotundiformis* alimentado con *Nannochloropsis* spp., *Isochrysis* spp., *C. muelleri* y *P. tricornutum*. Los datos señalan que a pesar de la variabilidad observada en los componentes del balance energético, los campos de crecimiento de los rotíferos se mantuvieron sin cambios aparentes con *Nannochloropsis* spp.

Tabla 1. Componentes del balance energético y el campo de crecimiento ($\text{mJ}\cdot\text{rot}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$, media \pm DE) de *B. rotundiformis* alimentado con *Nannochloropsis* spp. (Nanno), *Isochrysis* spp. (Isochr), *C. muelleri* (Chaeto) y *P. tricornutum* (Phaeo) medidos a intervalos de media hora durante dos horas de experimentación. C, energía consumida; A, energía absorbida con eficiencia de asimilación de 38.95%, 61.99%, 37.88% y 67.14% para las microalgas Nanno, Isochr, Chaeto y Phaeo respectivamente; R, energía perdida por respiración; U, energía perdida por excreción de amonio en unidades $\times 10^{-5}$; P, campo de crecimiento. Letras iguales o comunes por columnas indican que no hay diferencias significativas entre los tiempos de incubación ($P>0.05$).

	Tiempo de incubación	C	A	R	U	P
Nanno	0.5 h	2.16 ± 0.56^b	0.84 ± 0.22^b	0.16 ± 0.05^c	2.62 ± 0.74^a	0.68 ± 0.17^a
	1.0 h	1.98 ± 0.48^{ab}	0.77 ± 0.18^{ab}	0.07 ± 0.02^b	4.94 ± 1.47^b	0.70 ± 0.16^a
	1.5 h	1.72 ± 0.37^{ab}	0.67 ± 0.14^{ab}	0.04 ± 0.01^a	8.92 ± 1.41^c	0.63 ± 0.12^a
	2.0 h	1.39 ± 0.28^a	0.54 ± 0.11^a	0.03 ± 0.01^a	11.16 ± 0.88^d	0.51 ± 0.17^a
Isochr	0.5 h	2.16 ± 0.18^d	1.34 ± 0.07^d	0.18 ± 0.04^d	8.31 ± 1.85^a	1.16 ± 0.19^c
	1.0 h	1.55 ± 0.16^c	0.96 ± 0.05^c	0.09 ± 0.03^c	9.26 ± 1.37^a	0.87 ± 0.11^b
	1.5 h	1.19 ± 0.19^b	0.74 ± 0.08^b	0.06 ± 0.02^b	8.08 ± 1.92^a	0.68 ± 0.13^{ab}
	2.0 h	0.90 ± 0.20^a	0.56 ± 0.11^a	0.04 ± 0.01^a	7.78 ± 0.72^a	0.52 ± 0.12^a
Chaeto	0.5 h	1.45 ± 0.40^b	0.55 ± 0.16^c	0.15 ± 0.04^d	2.70 ± 0.73^a	0.34 ± 0.11^a
	1.0 h	1.32 ± 0.36^b	0.50 ± 0.14^{bc}	0.11 ± 0.01^c	2.73 ± 0.84^a	0.34 ± 0.09^a
	1.5 h	1.16 ± 0.22^b	0.44 ± 0.09^b	0.07 ± 0.02^b	2.98 ± 0.69^a	0.36 ± 0.08^a
	2.0 h	0.77 ± 0.16^a	0.29 ± 0.06^a	0.03 ± 0.02^a	3.12 ± 0.47^a	0.28 ± 0.05^a

	Tiempo de incubación	C	A	R	U	P
	Tiempo de incubación	C	A	R	U	P
Phaeo	0.5 h	1.83 ± 0.37 ^c	1.23 ± 0.25 ^b	0.22 ± 0.04 ^c	13.59 ± 2.53 ^a	1.01 ± 0.25 ^b
	1.0 h	1.24 ± 0.44 ^b	0.83 ± 0.29 ^a	0.10 ± 0.02 ^b	11.51 ± 2.16 ^a	0.73 ± 0.30 ^a
	1.5 h	1.12 ± 0.28 ^{ab}	0.75 ± 0.19 ^a	0.06 ± 0.01 ^a	11.98 ± 2.11 ^a	0.69 ± 0.20 ^a
	2.0 h	0.83 ± 0.12 ^a	0.56 ± 0.09 ^a	0.04 ± 0.01 ^a	12.66 ± 1.64 ^a	0.52 ± 0.08 ^a

y *C. muelleri* y a partir de una hora con *P. tricornutum*. Los resultados obtenidos con *Isochrysis* spp. parecen ser la excepción; sin embargo, no hubo diferencias entre los periodos de incubación de las 1.0 y 1.5 h y entre las 1.5 y 2.0 h y parecen sugerir una característica común en el comportamiento de los rotíferos cuando se mantuvieron en las condiciones experimentales probadas. Por otra parte, los valores notablemente mayores de los componentes del balance energético y el campo de crecimiento que fueron obtenidos durante las primera media hora de incubación en todos los casos, y particularmente en los rotíferos alimentados con *Isochrysis* spp. y *P. tricornutum*, parecen indicar que el efecto de la manipulación inicial durante la preparación de los experimentos es un hecho real.

En consecuencia, para evitar el efecto de la manipulación inicial y reducir la variabilidad en las comparaciones del balance energético del rotífero alimentado con las cuatro microalgas, se excluyeron de los análisis los datos del balance energético obtenidos durante la primera media hora de incubación, para todos los tratamientos, y los datos obtenidos a partir

de la primera hora de incubación se combinaron para formar cuatro grupos correspondientes al balance energético calculado para cada tipo de dieta. En la tabla 2 se muestran los promedios generales del campo de crecimiento por tratamiento. Las pruebas estadísticas indican que no hay diferencias significativas entre los campos de crecimiento promedio registrados para los rotíferos alimentados con *Nannochloropsis* spp., *Isochrysis* spp., y *P. tricornutum*, con valores respectivos de 0.62, 0.61 y 0.65 mJ·rot⁻¹·h⁻¹, mientras que el campo de crecimiento con *C. muelleri* (0.33 mJ·rot⁻¹·h⁻¹) fue significativamente menor al resto de las dietas probadas (P<0.05), lo anterior indica que el campo de crecimiento del *B. rotundiformis* no experimentó modificación alguna cuando se le suministraron las dietas a base de las microalgas *Nannochloropsis* spp., *Isochrysis* spp., y *P. tricornutum*; sin embargo, cuando fue alimentado con *C. muelleri*, el campo de crecimiento fue aproximadamente cincuenta por ciento menor al registrado con las otras dietas probadas.

Tabla 2. Componentes del balance energético y el campo de crecimiento (mJ·rot⁻¹·h⁻¹, media±DE) de *B. rotundiformis* alimentado con las microalgas *Nannochloropsis* spp. (Nanno), *Isochrysis* spp. (Isochr), *C. muelleri* (Chaeto) y *P. tricornutum* (Phaeo). Letras iguales o comunes por columnas indican que no hay diferencias significativas entre dietas (P>0.05).

Dietas	C	A	R	U x10 ⁻⁵	P
<i>Nanno</i>	1.72 ± 0.45 ^b	0.67 ± 0.18 ^b	0.05 ± 0.02 ^a	8.48 ± 3.07 ^b	0.62 ± 0.16 ^b
<i>Isochr</i>	1.21 ± 0.31 ^a	0.76 ± 0.18 ^b	0.06 ± 0.03 ^b	8.33 ± 1.42 ^b	0.61 ± 0.20 ^b
<i>Chaeto</i>	1.08 ± 0.34 ^a	0.41 ± 0.13 ^a	0.07 ± 0.03 ^b	2.94 ± 0.68 ^a	0.33 ± 0.08 ^a
<i>Phaeo</i>	1.07 ± 0.34 ^a	0.72 ± 0.23 ^b	0.06 ± 0.03 ^b	12.05 ± 1.98 ^c	0.65 ± 0.22 ^b

DISCUSIÓN

En el presente trabajo, el balance energético de *B. rotundiformis* fue siempre positivo y las diferencias no fueron evidentes entre *Nannochloropsis* spp., *Isochrysis* spp, y *P. tricornutum*; mientras que *C. muelleri* mostró el efecto mayor sobre la fisiología energética del rotífero, presentando campos de crecimiento inferiores relativo a las demás dietas. La calidad del alimento en términos de las características bioquímicas y estructurales pueden explicar estas diferencias.

Aunque el contenido energético de *C. muelleri* fue mayor que el reportado para la mayoría de las microalgas probadas, la eficiencia de asimilación fue menor, debido probablemente a su menor digestibilidad. A diferencia de las otras dietas, *C. muelleri* es una diatomea muy resistente debido a que posee una pared de sílice que dificulta su digestión (Poulet *et al.*, 1994). Este hecho probablemente también se refleja en los parámetros poblacionales menores obtenidos utilizando a *C. muelleri* como alimento de rotíferos (Nhu, 2004). Kleppel (1993) señala que por sí solas las diatomeas constituyen una dieta insuficiente para la reproducción y otros estudios han reportado que algunas especies de diatomeas reducen la tasa de eclosión de huevos del zooplancton (Ianora *et al.*, 1996). Sin embargo, los resultados son controversiales debido a que dietas puras de diatomeas son utilizadas rutinaria y exitosamente en la acuicultura de *B. plicatilis* (Chavira, 2003).

En este estudio, *Nannochloropsis* spp. fue la dieta que presentó eficiencia de asimilación muy similar a la de *C. muelleri*; sin embargo, el campo de crecimiento no fue diferente a los registrados para *Isochrysis* spp, y *P. tricornutum*, esto indica que estas especies poseen algunas particularidades que son de importancia en la fisiología energética de *B. rotundiformis*.

Además del tamaño de la célula, ausencia de toxicidad, digestibilidad y el contenido energético, la composición bioquímica es otro factor que determina la calidad nutritiva de la

microalga y su utilidad como alimento (Brown *et al.*, 1997). Muchos estudios han demostrado que la composición bioquímica de la dieta, particularmente los ácidos grasos esenciales, tienen una influencia importante sobre el crecimiento del zooplancton, dentro de estos, los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga, tales como el ácido docosahexaenoico (DHA) y el ácido eicosapentaenoico (EPA) tienen una función importante en el crecimiento, reproducción y otras funciones fisiológicas. Stanley-Samuelson (1987) señalan que los ácidos grasos poliinsaturados son precursores de las hormonas que regulan la producción, maduración y eclosión de los huevos en los invertebrados.

El valor nutricional de *Nannochloropsis* spp., se basa en ser fuente de vitamina B₁₂ y ácidos grasos poliinsaturados como el ácido eicosapentaenoico (EPA) y en que tiene compuestos nutricionales tales como esteroides (Rocha *et al.*, 2003). *Isochrysis* spp., es rica en vitaminas B, C, D y K, la célula es asimilada fácilmente debido a su tamaño pequeño y la ausencia de valvas resistentes, no posee toxinas y constituyen una fuente potencial de ácido docosahexaenoico (DHA) (Jeffrey *et al.*, 1994), por esta razón la microalga es muy utilizada para el enriquecimiento de los rotíferos, especialmente con vitamina C (Hoff y Snell, 2004).

P. tricornutum es una diatomea unicelular que no tiene valvas de sílice y que está empezando a ser utilizada para enriquecer el contenido de ácido eicosapentaenoico (EPA) en *Artemia* y rotíferos (Okauchi y Tozuda, 2003). *C. muelleri* también posee niveles importantes de ácido eicosapentaenoico (EPA) (Nhu, 2004), sin embargo, Lacoste *et al.*, (2001) señalaron que algunas diatomeas inhiben la viabilidad y la eclosión de los huevos en especies zooplactónicas, lo cual está relacionado con la producción de aldehídos.

Lo anterior confirma la importancia de *Nannochloropsis* spp., e *Isochrysis* spp., como unas de las mejores dietas debido a su contenido de ácidos grasos esenciales importantes para la larvicultura de peces y

crustáceos marinos, y por producir tasas de crecimiento mayores en los cultivos de rotíferos y por su uso en el enriquecimiento de rotíferos con vitamina C (Hoff y Snell, 2004). Adicionalmente, los balances energéticos positivos registrados en *C. muelleri* y de la misma magnitud que en *Nannochloropsis* spp., e *Isochrysis* spp., para *P. tricornutum*, indican que estas diatomeas pueden ser utilizadas como dietas alternativas a las utilizadas tradicionalmente.

CONCLUSIONES

El balance energético de *B. rotundiformis* alimentado con las microalgas *Nannochloropsis* spp., *C. muelleri*, *Isochrysis* spp., y *P. tricornutum* fue siempre positivo. Su magnitud fue mayor y similar cuando se les suministraron las dietas *Nannochloropsis* spp., *Isochrysis* spp., y *P. tricornutum*, mientras que con *C. muelleri*, el campo de crecimiento fue aproximadamente un cincuenta por ciento menor que el resto de las dietas probadas. Los resultados de este trabajo resaltan y confirman la importancia de *Nannochloropsis* spp., e *Isochrysis* spp., como unas de las mejores dietas para mantener cultivos estables de rotíferos; y no obstante las controversias en el uso de las diatomeas en los cultivos de zooplancton, los balances energéticos positivos obtenidos con las dietas *C. muelleri* y *P. tricornutum* indican que ambas microalgas pueden ser utilizadas en el cultivo masivo del rotífero *B. rotundiformis*.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Programa de Fomento y Apoyo a Proyectos de Investigación (PROFAPI-06-154) y al Proyecto del Cuerpo Académico “Ecofisiología y Cultivo de Organismos Acuáticos” UAS-CA-162, de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Sinaloa, por el financiamiento otorgado para la realización de este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Ben-Amotz, A.; R. Fishler y A. Schneller (1987), Chemical composition of dietary species of marine unicellular algae and rotifers with emphasis on fatty acids, *Marine Biology*, 95: 31-36.
- Brown, M.R.; Jeffrey, S.M.; Volkman, J.K., y Dunstan, G.A. (1997), Nutritional properties of microalgae for mariculture, *Aquaculture*, 151: 315-331.
- Chavira Ortega, C.O. (2003), Evaluación de *Brachionus plicatilis* como alimento vivo para larvas de *Litopenaeus vannamei*, tesis de Maestría en Ciencias, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, 63 p.
- Conover, R.J. (1996), Assimilation of organic matter by zooplankton, *Limnology and Oceanography*, 11: 338-354.
- Crisp, D.J. (1971), Energy flow measurements, en: *Methods for the study of marine benthos*, Holme N.A., y McIntyre A.D. (ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford, 197-279.
- Elliott, S.M., y Davison, W. (1975), Energy equivalents of oxygen consumption in animal energetic, *Oecologia*, 19: 195-201.
- Hoff, F.H., y Snell, T.W. (2004), *Plankton Culture Manual*, 6th edition, Florida Aqua Farms, Dade City, Florida, 183 p.
- Ianora, A.; Poulet, S.A.; Miralto, A., y Grottoli, R. (1996), The diatom *Thalassiosira rotula* affects reproductive success in the copepod *Acartia clausi*, *Marine Biology*, 125: 279-286.
- Jeffrey, S.W.; Brown, M.R., y Garland, C.D. (1994), Microalgae for mariculture: final report to FRDC on 'Bacteria-free (axenic) microalgae for improved production of larval and juvenile bivalves' and 'Microalgae for mariculture', 79 p.
- Kleppel, G.S. (1993), On the diets of calanoid copepods. *Marine Ecology Progress Series*, 99: 183-195.
- Lacoste, A. ; Jalabert, F. ; Malham, S. ; Cueff, A. ; Gélébart, F.; Cordevant, C.; Lange, M., y

- Poulet, S.A. (2001), A *Vibrio splendidus* strain is associated with summer mortality of juvenile oysters *Crassostrea gigas* in the Bay of Morlaix (North Brittany, France), *Diseases Aquatic Organisms*, 46: 139–145.
- Nhu, C.V. (2004), A comparison of yield and quality of the rotifer (*Brachionus plicatilis* – L-strain) fed different diets under aquaculture conditions, Vietnam, *Asian Fisheries Science*, 17: 357-363.
- Okauchi, M., y Tozuda, M. (2003), Trophic value of the unicellular diatom *Phaeodactylum tricornutum* for larvae of Kuruma Prawn, *Penaeus japonicus*, Symposium on aquaculture and pathobiology of crustaceans and other species in conjunction with the 32nd UJNR Aquaculture Panel Meeting, Davis and Santa Barbara, California USA, 17-18 and 20 of november 2003, 18 p.
- Piña Valdez, P. (2004), Balance energético de los estadios larvarios de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*, Boone) con la dieta tradicional y con otra no tradicional, tesis de Doctorado, Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, Nay, 113 p.
- Poulet, S.A.; Ianora, A.; Miralto, A.; Meijer, L. (1994), Do diatoms arrest embryonic development in copepods? *Marine Ecology Progress Serie*, 111: 79–86.
- Rocha, J.M.; Gracia J.E. y Henriques, M.H. (2003), Growth aspects of the marine microalga *Nannochloropsis gaditana*, *Biomolecular Engineering*, 20 (4)–(6), 237–242.
- Rumengan, I.F.M.; Warouw, V., y Hagiwara, A. (1998), Morphometry and resting egg production potential of the tropical ultra-minute rotifer *Brachionus rotundiformis* (Manado strain) fed different algae, *Bulletin of the Faculty of Fisheries, Nagasaki University*, vol. 79, 31-36 p.
- Stanley-Samuelson, D.W. (1987), Physiological roles of prosta-glandins and other eicosanoids in invertebrates, *Biological Bulletin*, 173: 92-109.
- Whyte, J.N.C. (1987), Biochemical composition and energy content of six species of phytoplankton used in mariculture of bivalves, *Aquaculture*, 60 p.
- Widdows, J.; Fieth P. y Worrall C.M. (1979), Relationships between seston, available food and feeding activity in the common mussel *Mytilus edulis*, *Mar Biol.* 50: 195-207.
- Winberg, G.G. (1960), Rate metabolism and food requirements of fishes, *Fisheries Research Board of Canada*, 194: 1-253 p.
- Zar, J.H. (1999), *Biostatistical Analysis*, 4th ed. Prentice Hall, Inc, New Jersey, 660 p.

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE CROMO A LA DIETA EN EL DESEMPEÑO REPRODUCTIVO DE LAS CERDAS SERVIDAS DURANTE EL VERANO

Javier Alonso Romo-Rubio^{1*}, Rubén Barajas-Cruz¹, Héctor Raúl Güémez-Gaxiola¹, Juan Manuel Romo-Valdez² y Felipe Juárez-Barranco¹

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa

²Granja Porcina "La Huerta"

*Solon Savre Morrel No. 3097, Fracc. Universidad 94, Cul. Sin., C.P. 80058

E-mail: romo60@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

Diversos factores estresantes, como el ejercicio extremo, consumo de carbohidratos, enfermedades y traumatismos, pueden inducir deficiencias de Cromo (Cr) debido a un incremento en el metabolismo de la glucosa, movilización de Cr de las reservas corporales y la pérdida irreversible de Cr en la orina (Anderson *et al.*, 1991). La función del Cr está estrechamente asociada con la insulina y la mayoría de las reacciones estimuladas por el Cr también son insulina dependientes (Anderson, 1981).

El Cr intracelular es un componente de la biomolécula cromodulina, necesaria para potenciar la acción de la insulina en el metabolismo de la glucosa (Mertz, 1992; Vicent, 2000). En este sentido, se ha observado que la adición de Cr a la dieta mejora la acción de la insulina (Amoikon *et al.*, 1995), provocando efectos benéficos sobre la función reproductiva (Ramirez *et al.*, 1997; Whitley *et al.*, 2002).

Se ha determinado que la secreción de hormona luteinizante (LH) está inversamente correlacionada con los niveles sanguíneos de insulina y de glucosa (Boot *et al.*, 1996). El reinicio de la actividad cíclica de la cerda después del destete depende de la secreción de LH (King y Martin, 1989); además, su nivel de secreción tiene influencia en la tasa de ovulación y en el tamaño de la camada subsiguiente (Brooks y Smith, 1980).

Debido a la interacción del Cr con la insulina y por lo tanto con el metabolismo de los carbohidratos, se ha intensificado la

discusión del Cr como nutriente, así como de sus efectos sobre la función reproductiva. Los resultados, hasta ahora obtenidos, del efecto de la adición de cromo a las dietas sobre el desempeño reproductivo de la cerda, son controversiales (Lindemann *et al.* 1995a, b, 2000, 2004; Campbell, 1996; Trottier y Wilson, 1998; Hagen *et al.*, 2000; Romo *et al.*, 2005a, b), lo que plantea la necesidad de realizar más investigación al respecto. El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la adición de cromo a la dieta, proporcionada durante el periodo de lactancia y una semana después del destete, sobre el desempeño reproductivo de las cerdas cruzadas durante la época de verano.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se realizó durante los meses de junio de 2006 a enero de 2007, en la granja porcina "La Huerta" localizada en el municipio de Culiacán, Sin., en el noroeste de México. Se utilizaron 199 cerdas híbridas, en un diseño experimental completamente al azar. A las cerdas se les aplicó uno de dos tratamientos: 1) Grupo testigo (n = 101); recibió una dieta de lactancia a base de maíz-soya, con un aporte de nutrimentos de 17% PC, 0.88% de Ca, 0.69% de P, 0.94 de Lisina y 3,465 Kcal de EM/kg de alimento, durante el periodo de lactancia y una semana después del destete; 2) Grupo de prueba (MetCr; n = 98); recibió una dieta similar al testigo pero adicionada con 0.4 ppm de Cr a partir de metionina de cromo (Microplex[®], Zinpro Co.). Durante el periodo de lactancia la dieta fue proporcionada de acuerdo al apetito de la

cerda, con servidas múltiples durante el día y a libre acceso después del destete, hasta el momento del servicio. En todo momento las cerdas tuvieron acceso al agua de bebida.

Las cerdas fueron servidas durante los meses de junio a septiembre de 2006 mediante I.A. con semen fresco. La temperatura promedio, registrada en la estación meteorológica más cercana, durante ese periodo fue de 29.35 °C y una máxima promedio de 39.9 °C. Los partos ocurrieron entre los meses de octubre de 2006 a enero de 2007. Se registraron los datos de intervalo celo posdestete (ICP), total de lechones nacidos (TLN), lechones nacidos vivos (LNV), peso de la camada al nacimiento (PCN) y tasa de parto a primer servicio posdestete (TP), de un ciclo reproductivo.

Análisis estadístico: Los datos de ICP, TLN, LNV y PCN fueron analizados como un diseño experimental completamente al azar (Steel y Torrie, 1985), utilizando el procedimiento de ANOVA/COV para modelos lineales generales del programa Statistix® 8 (Analytical Software; Tallahassee, FL). A los datos de la tasa de parto al primer servicio posdestete se le aplicó la prueba de X^2 usando tablas de contingencia 2 x 2 del programa Statistix® 8.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se resume el efecto de la adición de metionina de cromo sobre el ICP. La media del experimento fue de 5.7 ±4.75 días. La adición de Cr no modificó ($P = .38$) el ICP. El grupo testigo tuvo un ICP de 6.0 ±5.57 días vs. 5.4 ±3.73 días del grupo de prueba.

Cuadro 1. Efecto de la adición de metionina de cromo en el intervalo celo posdestete.

Variable	Tratamiento		EEM	Valor de P
	Testigo	Cr		
Cerdas, n	101	98		
ICP, días	6.0	5.4	.34	.38

EEM = Error estándar de la media.

ICP = Intervalo celo posdestete.

El 88% (89/101) de las cerdas destetadas del grupo testigo presentaron celo dentro de

los primeros siete días posdestete vs. 91% (89/98) del grupo que recibió Cr adicional. La tasa de parto no fue modificada ($P = .52$) por la adición de cromo a la dieta (ver Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de la adición de cromo en la tasa de parto al primer servicio posdestete.

Variable	Tratamiento	
	Testigo	Cr
Cerdas, n	89	89
Cerdas paridas, n	62	58
Cerdas falladas, n	27	31
TP, %	69.7	65

No se observó diferencia entre tratamientos ($P = .52$)

TP = tasa de parto a primer servicio posdestete.

La tasa de parto del grupo testigo fue de 70% vs. 65% del grupo de prueba. El promedio de fertilidad de las hembras utilizadas en el experimento fue de 68%.

Los resultados en el tamaño y peso de la camada se resumen en cuadro 3. El promedio general del TLN de las cerdas del experimento fue 10.36 ±3.0. La adición de metionina de cromo a la dieta de lactancia, proporcionada durante el periodo de lactancia (21 días) y después del destete (7 días), mejoró ($P < .05$) el TLN; el grupo testigo tuvo 9.68 ±3.05 vs. 11.10 ±2.82 TLN del grupo de prueba, la diferencia fue de 1.42 (14.7%) lechones a favor de las cerdas que recibieron Cr adicional.

El número de LNV también fue modificado ($P < .05$) por la adición de cromo. La media del experimento fue de 9.09 ±2.9 LNV. Las cerdas del grupo testigo parieron 8.47 ±2.87 vs. 9.66 ±2.84 LNV del tratamiento con cromo adicional, obteniendo 1.19 (13%) más LNV en el grupo adicionado con metionina de cromo. El peso de la camada fue mayor ($P < .05$) en las cerdas que recibieron cromo adicional (11.25 ±3.72 kg vs. 13.2 ± 3.75 kg). El valor medio del peso de la camada observada en el experimento fue de 12.2 ±3.85 kg.

Cuadro 3. Efecto de la adición de cromo en el total de lechones nacidos, lechones nacidos vivos y peso de la camada al nacimiento.

Variable	Tratamiento		EEM	Valor de P
	Test.	Cr		
Cerdas, n	62	59		

Variable	Tratamiento		EEM	Valor de <i>P</i>
	Test.	Cr		
TLN, n	9.68 ^b	11.10 ^a	.27	.009
LNV, n	8.47 ^b	9.66 ^a	.26	.02
PCN, kg	11.25 ^b	13.21 ^a	.35	.005

Literales diferentes en el mismo renglón indica diferencia estadística ($P < .05$) entre tratamientos.

TLN = total de lechones nacidos; LNV = lechones nacidos vivos; PCN = peso de la camada al nacimiento.

El peso promedio de los lechones al nacimiento fue similar en ambos tratamientos; los lechones del grupo testigo pesaron 1.351 ± 0.180 kg vs. 1.372 ± 0.210 kg del grupo de prueba, por lo tanto la diferencia observada en el peso de la camada se debe al mayor número de LNV por camada.

La eficiencia reproductiva es uno de los factores principales que determina la rentabilidad de una explotación porcina. La adecuada nutrición de la cerda es fundamental para optimizar su eficiencia reproductiva. Dado el balance nutricional negativo de las cerdas durante el periodo de lactancia y el hecho de que el Cr está relacionado con el metabolismo de los carbohidratos, proteínas y grasas (Nielsen, 1994; Anderson, 1985; Mertz, 1993; Amoikon *et al.*, 1995) es probable que el Cr mejore su desempeño.

El hecho de que las cerdas que recibieron una dieta de lactación, adicionada con .4 ppm de cromo a partir de metionina de cromo, durante el periodo de lactación y después del destete hasta el momento de ser servidas, hayan sido más prolíficas y con un peso de la camada al nacimiento, superior en el ciclo reproductivo subsiguiente, respecto de las cerdas que no recibieron cromo adicional, sugiere que el cromo tiene un efecto positivo sobre la fisiología reproductiva. La respuesta obtenida en el tamaño de camada a un periodo corto (26 días) de alimentación con dietas adicionadas con cromo, se pueden deber al nivel proporcionado en este experimento (.4 ppm) y a la absorción y biodisponibilidad del cromo a partir de metionina de cromo; en este sentido, Lindemann *et al.* (2004) observaron una respuesta cuadrática en esta variable en cerdas que recibieron dietas con niveles de 0,

200, 600 y 1000 ppb de Cr adicional a partir de picolinato de cromo, con un valor de 10.34, 11.13, 11.76 y 11.11 LNT y 9.49, 9.82, 10.94 y 10.07 LNV, respectivamente; la mayor respuesta se observó en las cerdas que recibieron dietas adicionadas con 600 ppb de Cr, proporcionadas durante todo el ciclo reproductivo.

En trabajos previos, Lindemann *et al.* (1995a, b, 2000); Trottier y Wilson (1998), y Hagen *et al.* (2000), también obtuvieron mayor tamaño de camada en cerdas suplementadas con 200 ppb de Cr a partir de picolinato de cromo; la mejora en el número de lechones nacidos vivos, observada en estos trabajos, estuvo entre .37 y 2.0 lechones adicionales por camada a favor de las cerdas que recibieron cromo adicional. Sin embargo, la respuesta se observó después de un largo periodo de haber recibido las dietas adicionadas con cromo. La variación en la respuesta se pudo haber debido también a efectos climáticos, diferencias genéticas u otros factores. Campbell (1996) y Romo *et al.* (2005a, b) sólo observaron una mejora en la tasa de parto y en el intervalo celo posdestete, en las cerdas que recibieron dietas adicionadas con cromo durante todo el ciclo reproductivo. En ninguno de los trabajos antes citados se hace referencia a la época del año en la que fueron cruzadas las cerdas. El desempeño reproductivo de la cerda es afectado negativamente por la exposición a altas temperaturas ambientales, más aún si éstas están acompañadas de humedades relativas altas; éstas condiciones ambientales son altamente estresantes para la cerda en lactación, por lo que la respuesta reproductiva de las cerdas a la adición de cromo puede ser diferente dependiendo de las condiciones ambientales a las que estén expuestas antes y durante el cruzamiento.

La capacidad del cromo adicional para mejorar el tamaño y peso de la camada observada en este trabajo es lógica, si se consideran sus efectos metabólicos sobre la insulina y la glucosa. En tal sentido, Amoikon *et al.* (1995) determinaron que la tasa de

desaparición de la glucosa sanguínea se incrementó y la vida media disminuyó en cerdos que recibieron alimento con 200 ppb de Cr a partir de picolinato de cromo, lo que sugiere un aumento en la eficiencia de la insulina en el metabolismo de la glucosa a nivel celular (Lindemann *et al.*, 1995a). Cox *et al.* (1987) demostraron que la inyección de insulina a cerdas púberes inmediatamente antes del estro incrementa la tasa ovulatoria; también Whitley *et al.* (1998) notaron que la inyección de insulina a cerdas primíparas por cinco días después del destete elevó el estradiol folicular y los niveles de progesterona.

Ramirez *et al.* (1997) observaron que la administración de insulina después del destete y antes del cruzamiento puede elevar hasta en un lechón el tamaño de la camada en el parto siguiente; posteriormente, Whitley *et al.* (2002) demostraron que los efectos de la administración de insulina por cuatro a cinco días dependen del estado nutricional o metabólico del animal, pudiendo lograr hasta dos lechones adicionales por camada. Por lo tanto, la conexión entre el cromo adicional, la glucosa y la insulina existe (Amoikon *et al.*, 1995; Lindemann *et al.*, 1995a). Además, los efectos de la glucosa y la insulina sobre la secreción de LH son conocidos (Boot *et al.*, 1996). Por lo que el mejoramiento en el tamaño de la camada asociado con la adición de cromo a la dieta observada en este estudio, son consistentes con estos descubrimientos.

CONCLUSIONES

La adición de cromo a la dieta, a partir de metionina de cromo, proporcionada durante la lactancia y en el periodo posdestete previo al cruzamiento, mejora el tamaño y el peso de la camada de las cerdas servidas durante el verano.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue financiado parcialmente por el Programa de Fomento y Apoyo a

Proyectos de Investigación (PROFAPI-2006) de la Universidad Autónoma de Sinaloa y por la granja porcina “La Huerta” localizada en la sindicatura de Culiacancito, Culiacán, Sin.

LITERATURA CITADA

- Amoikon, E.K.; J.M. Fernandez; L.L. Southern; D.L. Thompson; Jr. T.L. Wards; and B.M. Olcott (1995), Effect of chromium tripicolinate on growth, glucose tolerance, insulin sensitivity, plasma metabolites, and growth hormone in pigs^{1,2}, *J. Anim. Sci.* 73:1123-1130.
- Anderson, R.A. (1981), Nutritional role of chromium, *Sci. Total Environ.* 17:13-29 (Abstract)
- Anderson, R.A. (1985), Chromium supplementation: Effects of glucose tolerance and lipid metabolism, in: H. Boström and N. Ljungstedt (eds.) *Trace Elements in Health and disease*, Almqvist and Wiksell International, Stockholm, Sweden.
- Anderson, R.A.; Bryden, N.A.; Polansky; M.M., and Thorp, J.W. (1991), Effects of carbohydrate loading and underwater exercise on circulating cortisol, insulin, and urinary losses of chromium and zinc, *Eur. J. Appl. Physiol.* 63:146-150.
- Boot, P.J.; J.R. Cosgrove; and G.R. Foxcroft (1996), Endocrine and metabolic responses to realimentation in feed-restricted prepuberal gilts: Association among gonadotropins, metabolic hormones, glucose, and uterovarian development, *J. Anim. Sci.* 74:840-848.
- Brooks, P.H.; and D.A. Smith (1980), The effect of mating age on the reproductive performance, food utilization and liveweight change of female pig, *Livest. Prod. Sci.* 7:67-78.
- Campbell, R.G. (1996), The effects of chromium picolinate on the fertility and fecundity of sows under commercial conditions, Proc of the 16th Annual Prince Feed Ingredient Conference, Quincy, IL (Abstract).

- Chang X.; and D.N. Mowat (1992), Supplemental chromium for stressed and growing feeder calves, *J. Anim. Sci.* 70:559-565.
- Cox, N.M.; M.J. Estuart; T.G. Althen; W.A. Bennett; and H.W. Miller (1987), Enhancement of ovulation rate in gilts by increasing dietary energy and administering insulin during follicular growth, *J. Anim. Sci.* 64:1694-1700.
- Hagen, C.D.; M.D. Lindemann; and K.W. Purser (2000), Effect of dietary chromium tripicolinate on productivity of sows under commercial conditions, *Swine Health Prod.* 8:59-63.
- King, R.H.; and G.B. Martin (1989), Relationships between protein intake during lactation. LH levels and oestrus activity in first-litter sows, *Anim. Reprod. Sci.* 19:283-292.
- Lindemann, M.D.; C.M. Wood; A.F. Harper; and E.T. Kornegay (1995b), Further assessments of the effects of supplementation of chromium from chromium picolinate on fecundity in swine, *J. Anim. Sci.*, vol. 73 (suppl.1):185 (Abstract).
- Lindemann, M.D.; C.M. Wood; A.F. Harper; E.T. Kornegay; and R.A. Anderson (1995a), Dietary chromium picolinate additions improve gain: Feed and carcass characteristics in growing finish pigs and increase litter size in reproducing sows, *J. Anim. Sci.* 73:457-465.
- Lindemann, M.D.; R.E. Hall; and K.W. Purser (2000), Use of chromium tripicolinate to improve pigs born alive confirmed in multiparous sows, *Proc. Amer. Assoc. Swine Prac.* (31st Ann. Meeting, march 11-14, Indianapolis, IN):133-137.
- Lindemann, M.D.; S.D. Carter; L.I. Chiva; C.R. Dove; F.M. LeMieux; and L.L. Southern (2004), A regional evaluation of chromium tripicolinate supplementation of diets fed to reproducing sows, *J. Anim. Sci.* 82: 2972-2977.
- Mertz, W. (1992), Chromium. History and nutritional importance, *Biol. Trace. Elem. Res.* 32:3-8.
- Mertz, W. (1993), Chromium in human nutrition, A review. *J. Nutr.* 123:625
- Nielsen, F.H. (1994), Chromium, in: M.E. Shils; J.A. Olson; and M. Shike (eds.) *Modern nutrition in health and disease* ((8th ed.), Lea and Febiger, Philadelphia, PA.
- Ramírez, J.L.; N.M. Cox; and A.B. Moore (1997), Influence of exogenous insulin before breeding on conception rate and litter size of sows, *J. Anim.Sci.*75:1893-1898.
- Romo, J.A.; R. Barajas; J.J. Valencia; J. Castañeda; E. Silva; and A. Orihuela (2005a), Effect of GnRH-analogous and methionine of chromium supplementation on reproductive performance of sows, *Proc. Western Section, American Society of Animal Science*, 56:257-260.
- Romo, J.A.; R. Barajas; J.J. Valencia; J. Castañeda; E. Silva; and A. Orihuela (2005b), Effect of GnRH-analogous and methionine of chromium supplementation on reproductive performance of young sows, *Proc. Western Section, American Society of Animal Science*, 56:261-264.
- Steel, G.D., y J.H. Torrie (1985), *Bioestadística: principios y procedimientos* (2da. Ed.) McGraw-Hill, México, D. F.
- Trottier, N.L., and M.E. Wilson (1998), Effect of supplemental chromium tripicolinate on sow productivity and blood metabolites, *Proc. of Use of Supplemental Chromium in Sow Diets, 1998 Symposium, Des Moines, IA.*
- Vincent, J.B. (2000), The bichemistry of chromium, *J.Nutr.* 130:715-718.
- Whitley, N.C.; A.B. Moore; and N.M. Cox (1998), Comparative effects of insulin and porcine somatotropin on postweaning follicular development in primiparous sows, *J. Anim. Sci.* 76:1455-1462.
- Whitley, N.C.; M. Thomas; J.L. Ramirez; A.B. Moore; and N.M. Cox (2002), Influences of party and level of feed intake on reproductive response to insulin administration after weaning in sows, *J. Anim. Sci.*80:1038-1043.

VI. Ingeniería y Tecnología

RECUBRIMIENTOS HÍBRIDOS ORGÁNICOS INORGÁNICOS DE ÓXIDO DE SILICIO- POLIMETILMETACRILATO CON NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE ZIRCONIO MEDIANTE EL PROCESO SOL-GEL

Jorge Luis Almaral Sánchez¹, Andrés Castro Beltrán¹, Josefina Alvarado Rivera², Misael Adolfo Castro Chavez¹, Juan Muñoz Saldaña², José Humberto Castorena González¹, Joel Andrés Calderón Guillén, Rafael Ramírez Bon².

¹Universidad Autónoma de Sinaloa.

Fuente de Poseidón y Prol. Ángel Flores, S.N., C.P. 81200, Los Mochis Sin., México.

²Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Unidad Querétaro.

Apdo. Postal 1-798, 76001 Querétaro, Qro., México.

jalmaral@correo.uasnet.mx

tel- fax: 668 8127641

En este trabajo son reportados los estudios de recubrimientos híbridos (RH) transparentes de óxido de silicio (SiO_2), polimetilmetacrilato (PMMA) y nanopartículas de óxido de zirconio (ZrO_2) aplicados sobre sustratos de vidrio y sustratos de acrílico, obtenidos por el método sol-gel, mediante el proceso de inmersión. En la solución híbrida (SH), el SiO_2 resultó de la hidrolización y condensación del tetraetilortosilicato (TEOS), el PMMA, de la polimerización del metilmetacrilato (MMA), ligados ambos molecularmente por medio del acoplante 3-trimetoxisililpropilmetacrilato (TMSPM), se utilizó relación molar de TEOS:MMA:TMSPM de 1:0.25:0.25, y las nanopartículas de ZrO_2 se adicionaron con porcentajes de 0.1 y 0.05% en peso, en relación al TEOS. Los RH se estudiaron por microscopía de fuerza atómica, para conocer su rugosidad y morfología superficial; las propiedades ópticas, espesores y homogeneidad, por reflectancia y transmitancia óptica (R y T); se hicieron los análisis térmico gravimétrico (TGA) y de calorimetría diferencial (DSC), para conocer las temperaturas de pérdida de peso y de transición vítrea. Se probó la adherencia al sustrato por medio de la prueba ASTM Standard D3359-02. Los RH resultaron transparentes, con superficie homogénea, lisa, muy baja rugosidad (< 1 nm), muy buena adherencia al sustrato, con mayor dureza que el componente polimérico y se observó que hubo reforzamiento de la dureza al incluir las nanopartículas de ZrO_2 .

Palabras Clave: *Recubrimiento híbrido, óxido de zirconio, PMMA, nanopartículas, sol-gel.*

INTRODUCCIÓN

El proceso sol-gel ha sido ampliamente utilizado en el desarrollo de nuevos materiales desde hace tres décadas[1,2], y más recientemente, se ha utilizado para la elaboración de los materiales híbridos orgánicos-inorgánicos, que resultan de enlazar molecularmente dos o más materiales orgánicos e inorgánicos formando un compuesto o sistema bio-mineral, en la que por lo menos uno de los materiales está unido al otro a nivel nanoscópico o molecular, mediante enlaces fuertes o fuerzas débiles de grupos químicos orgánicos-inorgánicos [1-4]. El proceso sol-gel ha resultado muy atractivo y de gran importancia para constituir nanopartículas, recubrimientos, fibras o materiales en volumen [1-2,4] y presenta gran ventaja al realizarse a baja temperatura (menor de 100°C), pudiéndose obtener composición pura y bien controlada de los materiales en cualquier etapa de su desarrollo, teniendo gran variedad de aplicaciones [5,10]. Los polímeros, como el polimetilmetacrilato, tienen un bajo peso en comparación con el vidrio, pueden tener una incrementada resistencia al impacto [11] y flexibilidad [12], además de baja absorción al agua y su alto índice de refracción [13]. Su principal desventaja para todas las aplicaciones es su superficie suave y, con ello, la baja resistencia al raspado y abrasión,

conduciendo a la dispersión de luz y la disminución de transmisión [5,11] El óxido de silicio (SiO_2) presenta mucha mayor dureza que el polímero, y al combinarse se aprovechan las mejores características de ambos [1,13]. El óxido de zirconio (ZrO_2) tiene un fuerte campo de aplicaciones en fundición de arenas, cerámicos refractarios y materiales con resistencia a la abrasión. Estas propiedades han permitido al uso de componentes basados en ZrO_2 en vidrios y plásticos, pudiéndose incorporar en el proceso de sol-gel [14-15].

MATERIALES Y MÉTODOS

La solución híbrida (SH) fue preparada usando tetraetil ortosilicato, (TEOS ($\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$), 99%, Aldrich), como fuente de sílice, Metilmetacrilato (MMA ($\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_3$), 99%, Aldrich), 3- (trimetoxysilyl) propyl methacrylate TMSPM, ($\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COO}(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$), 98% Aldrich), etanol, EtOH ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$), como solvente, agua desionizada destilada, ácido clorhídrico (HCl), hidróxido de potasio (KOH), peróxido de benzoílo (BPO ($(\text{C}_6\text{H}_5\text{CO})_2\text{O}_2$), Aldrich) como catalizador y nanopartículas de óxido de zirconio (ZrO_2), 99.5%, Aldrich.

Se mezcló la solución precursora de TEOS, agua y etanol, sometiendo la solución a agitación por un tiempo de 20 min, transformándose la mezcla de los materiales en una solución homogénea y transparente, con un ligero incremento de temperatura y se considera que se tiene una solución de TEOS hidrolizada y en proceso de condensación, con relación molar de TEOS:H₂O:EtOH, de acuerdo a cálculos previos para su preparación cuyas composiciones se determinaron de una manera arbitraria tomando como base al TEOS (tetraetilortosilicato). Se lleva a cabo la hidrólisis del acoplante TMSPM, el cual es un agente bi-funcional especialmente elegido para unir al TEOS y el PMMA, dos moléculas que de manera natural se repelen, presenta por un extremo grupos metilos, y en el otro extremo, tiene al grupo MMA, la hidrólisis se

lleva a cabo, añadiendo agua al TMSPM y agitando la solución por una hora, de tal forma que los grupos metilos se transforman en grupos silanol y finalmente en hidroxilos, OH. Esta solución se mantiene en agitación por una hora. Se realiza la prepolimerización del MMA por medio de adición de radicales libres, utilizando hidróxido de sodio, como desinhibidor y peróxido de benzoílo como catalizador. Esta solución se mantuvo en agitación por una hora. Las soluciones anteriores de TMSPM hidrolizada y la de MMA prehidrolizada se mezclan con la de TEOS hidrolizada, se le adicionan las nanopartículas de ZrO_2 , manteniendo la nueva solución en agitación por una hora, obteniendo así la solución híbrida reforzada con tales nanopartículas (SH).

Los recubrimientos híbridos inorgánicos-orgánicos fueron fabricados por el método de inmersión, sobre sustratos de vidrio Corning y de acrílico, previamente limpios, lavados con agua y jabón, posteriormente introduciéndolos en agua desionizada y etanol, utilizando la SH, la cual se deposita en un recipiente donde se introducen los sustratos. Después de eso, la película es curada en horno a 70°C por seis horas con el fin de que concluya el proceso de eliminar los solventes del TEOS, obteniendo el SiO_2 , asimismo, para que concluya la reacción de polimerización del TMSPM por el extremo del grupo MMA y del mismo MMA.

Para elaborar los recubrimientos mediante el proceso de inmersión se utilizó un equipo consistente en una regla de metal vertical de 60 cm. sujeta a un marco, que es movida por un motor hacia abajo y hacia arriba, la cual tendrá diferentes velocidades controladas mediante un mecanismo electrónico. Los recubrimientos se sometieron a secado a 70 °C, mediante un horno de circulación de aire, marca SHE-LAB, medidas exteriores 75x70x85 cm e interiores de 60x50x45 cm temperatura máxima de 250°C. Se midió la adherencia del recubrimiento mediante la prueba de adherencia de la ASTM D 3359-02. La caracterización de los grupos químicos

existentes en los materiales híbridos se llevó a cabo por espectroscopia de Rayos Infrarrojo (FT-IR), utilizando el espectrómetro AVANTAR 360- FTIR. Los análisis termogravimétricos de TGA y DTA para conocer las propiedades térmicas de los recubrimientos serán llevados a cabo con el equipo Mettler-Toledo TGA/SDTA851a operado en aire a relación de $10\text{ }^{\circ}\text{C min}^{-1}$. Las propiedades ópticas de los recubrimientos se obtuvieron por el estudio de transmitancia y reflectancia (T y R) mediante el equipo FilmTek 3000. Las imágenes de morfología y mediciones de la rugosidad de la superficie y las propiedades mecánicas se obtuvieron usando el equipo Hysitron Triboscope, considerando la dureza Vicker con una punta de diamante en forma de pirámide triangular, las variables que se utilizan son: su área, Ac, la dureza, H y su módulo de elasticidad, E. Se tomaron microfotos por medio del microscopio marca Olympus modelo BX 60.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) Estudio de espectroscopia de Rayos Infrarrojo (IR)

Se presentan en la figura 1 los espectros infrarrojo, en absorbancia (u. a.) contra número de onda (cm^{-1}), de los recubrimientos con formulaciones de TEOS: MMA, de 1:0, 1:0.5, 1:1 y 1:2. Todos los espectros son muy similares a los reportados en la literatura [16-18], mostrando picos de intensa absorción cerca de 954 , 1080 , 1170 cm^{-1} y una amplia banda de absorción entre 3100 y 3600 cm^{-1} , asociada con la absorción del grupo Si-OH, estiramiento asimétrico óptico transversal, (OT) Si-O-Si, estiramiento asimétrico óptico longitudinal, (OL) Si-O-Si y grupos hidroxilos, respectivamente. De manera adicional, una señal débil es observada cerca de 800 cm^{-1} , la que es relacionada a la absorción por estiramiento simétrico de enlaces Si-O-Si. La apariencia del primer pico, a 954 cm^{-1} , evidencia una condensación incompleta de enlaces Si-OH en la matriz híbrida y los picos debido a los estiramientos simétricos y

asimétricos indican la formación de la red de sílice (SiO_2) producida por el proceso sol-gel. Ha sido reportado que la interacción interfacial orgánica-inorgánica es dada a través de la formación de bandas de hidrógeno [16-17].

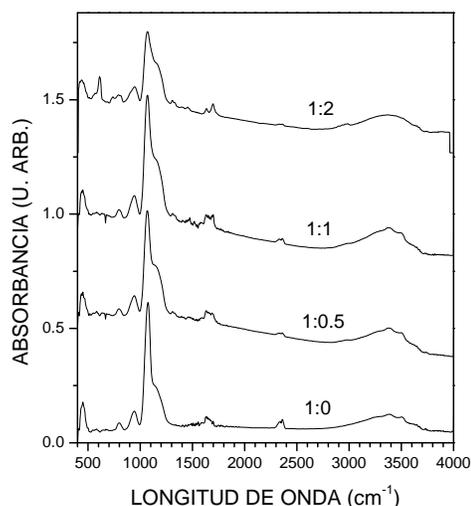


Figura 1. Espectros de Infrarrojo de los recubrimientos híbridos con formulaciones de TEOS: MMA: de 1:0, 1:0.5, 1:1 y 1:2.

Para el caso de nuestras películas híbridas, los grupos silanol residuales en la estructura de SiO_2 son capaces de formar enlaces de hidrógeno y su presencia es evidenciada en las películas híbridas por el pico de absorción a 954 cm^{-1} y la amplia banda de absorción debida a los grupos hidroxilos en los resultados de los espectros de FTIR de todas las películas híbridas. Por lo tanto, los resultados de FTIR son compatibles con la formación de recubrimientos híbridos con una matriz homogénea constituida por componentes orgánicos de PMMA e inorgánicos, de SiO_2 .

b) Estudios de Transmitancia y Reflectancia

En la figura 2 se presentan las curvas de Reflectancia (curvas superiores) y Transmitancia (curvas inferiores), en por ciento (%) contra longitud de onda, en nm del recubrimiento híbrido de SiO_2 - MMA con relación molar de 1:0.5 y adición de nanopartículas de ZrO_2 de 0.05 y 0.1 % y la

referencia. La figura 2 (superior) corresponde al recubrimiento sobre sustrato de acrílico y la figura 2 (inferior), sobre sustrato de vidrio.

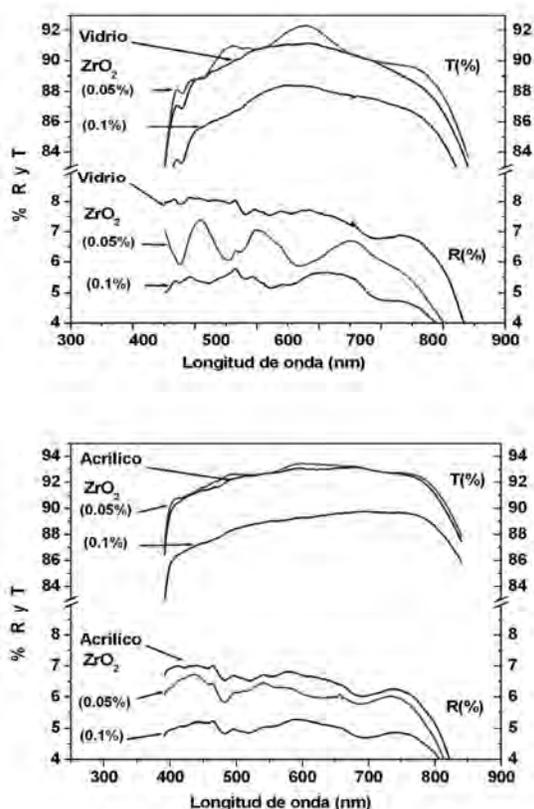


Figura 2. Curvas de Reflectancia (R) y Transmitancia (T), del recubrimiento híbrido con adición de nanopartículas de ZrO_2 de 0.05 y 0.1 % y el sustrato sin recubrimiento, sobre sustrato de acrílico (superior) y de vidrio (inferior).

Se observa en la del sustrato de acrílico, que cuando se le adiciona menor cantidad de nanopartículas, la transmitancia es aproximada al 90%, superando a la del sustrato de acrílico, que es cerca de 83%, lo que muestra gran transparencia y cuando es de mayor cantidad (0.1%), la transmitancia es similar al del sustrato. En ambos casos se observa que se tiene dispersión de la luz, debido a que la reflectancia + la transmitancia < 100. En el sustrato de vidrio, el comportamiento tiende a ser similar, sólo que en ambos casos la transmitancia del sustrato es mayor.

c) Morfología y rugosidad de los recubrimientos por medio de Microscopía de Fuerza Atómica (AFM)

En la figura 3 se muestra la imagen en perspectiva de la superficie del recubrimiento híbrido utilizando Microscopía de Fuerza Atómica (AFM), de $45 \times 45 \mu m$. En la cual se puede observar que la rugosidad fluctúa en un promedio de 0.43 nm, lo que implica que no se presenta variación notable en la morfología de su superficie, que es muy plana y lisa, tampoco presenta grumos en la superficie, lo que puede indicar en el recubrimiento híbrido, que su composición es muy homogénea.

d) Comportamiento mecánico de los recubrimientos híbridos probados por indentación

En la figura 4 se muestra la serie de curvas del comportamiento mecánico Carga- Profundidad de penetración por medio de indentación para diferentes composiciones de recubrimiento híbrido SiO_2 -MMA- nanopartículas de ZrO_2 . Se observa en los resultados que la resistencia de la superficie del acrílico (con recubrimiento, incrementando la cantidad de nanopartículas de ZrO_2) fue incrementada 4.8 veces respecto al acrílico, que aparece como la primer curva en la parte inferior, también puede observarse la gran uniformidad, que pudiera inferir la homogeneidad del material híbrido.

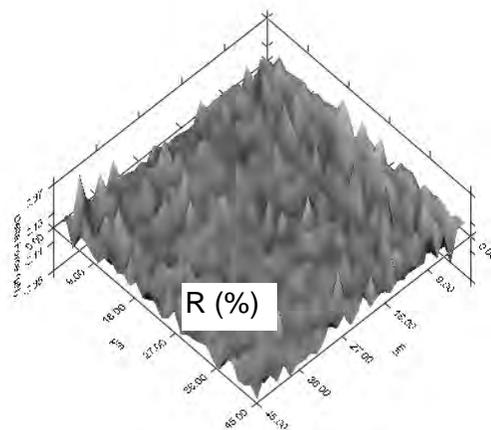


Figura 3. Imagen de morfología y rugosidad de la superficie del recubrimiento híbrido utilizando Microscopía de Fuerza Atómica (AFM), de $45 \times 45 \mu m$, en perspectiva.

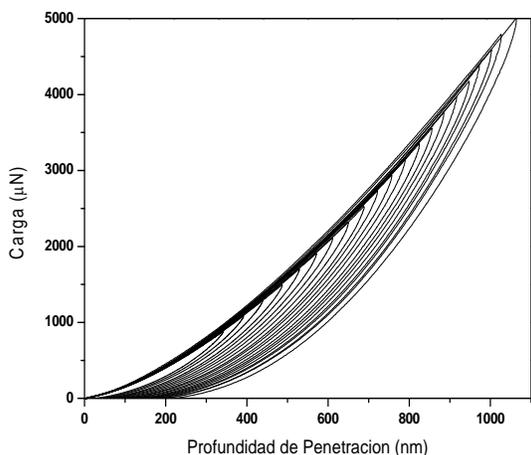


Figura 4. Curvas del comportamiento mecánico Carga-Profundidad de penetración, por medio de indentación, para diferentes composiciones de recubrimiento híbrido SiO₂-PMMA- nanopartículas de ZrO₂ sobre sustrato de acrílico, que aparece como la primer curva en la parte inferior.

f) Medición de la adhesión por medio de la prueba ASTM Standard D3359-02

La adhesión es una medida de la fuerza requerida para remover el recubrimiento del sustrato. La prueba consiste en colocar el espécimen en una superficie plana y lisa con apoyo en toda su superficie, se corta en cuadrícula la superficie de la muestra penetrando en todo el espesor del recubrimiento, posteriormente se adhiere firmemente cinta Scotch 610 tape sobre el recubrimiento, de tal forma que no queden atrapadas burbujas de aire, finalmente se despega la cinta con un fuerte tirón de una sola vez, del recubrimiento. Se reporta el estado de adhesión del recubrimiento, con número del 0 al 5, correspondiendo de más del 65% despegado a nada de despegado respectivamente, de acuerdo a la Norma ASTM D3359-02 [19] (Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test Method A: the X-cut test).

Se aplicó la prueba citada a cada recubrimiento y en todos los casos, de acuerdo a la escala de la prueba estándar, cada recubrimiento tuvo el valor 5 A, “no hubo desprendimiento del recubrimiento”.

CONCLUSIONES

Se obtuvieron recubrimientos híbridos de Sílice-PMMA- TMSPM-nanopartículas.

Los recubrimientos con diferentes formulaciones molares de SiO₂:MMA:TMSPM y adición de nanopartículas de ZrO₂, resultaron homogéneos, con morfología lisa y rugosidad menor de un nanómetro.

Los recubrimientos presentaron muy buenas propiedades ópticas.

Los recubrimientos híbridos son mucho más duros que el componente polimérico de la matriz híbrida.

Los recubrimientos híbridos presentan muy buena adherencia al vidrio y al acrílico.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo financiero otorgado mediante la Convocatoria 2006 del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación de la Universidad Autónoma de Sinaloa, asimismo, agradecen al Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Querétaro, por su apoyo para dar facilidades en la elaboración y caracterización de las muestras.

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. U. Schubert; Nicola Hüsing; and Anne Lorenz (1995), Chem. Matter., vol. 7, N° 11, 2010-2027.
- [2]. C. Sanchez and Francois Ribbot (1994), New Journal of Chemistry, vol. 18, N° 10, 1007- 1047.
- [3]. P. Judeinstein and Clément Sanchez (1996), J. Mater, Chem. 6(4), 511- 525.
- [4]. J. Wen and Garth L. Wilkes (1996), Chem Matter., vol. 8, N° 8, 1667- 1681.
- [5]. C. Jeffrey Brinker; George W. Scherer (1990), Sol-Gel Science The Physics and Chemistry of Sol-Gel Processing, Academic Press, pp. 11, , 108-112,115, 850-851, 866,839-871.

- [6]. Gallardo, P. Galliano; A. Durán (2003), Journal of Sol-Gel Science and Technology, 19, 393-397.
- [7]. L. C. Klein (1994), Sol-gel optics processing and applications, Kluwer Academic Publishers, pp. 48, 48-58,1-149,2-259,307-308,315-317,429-430.
- [8]. S. Motakef; T. Suratwala; R.L. Roncone; J.M. Boulton; G. Teowee; G.F. Neilson; D.R. Uhlmann (1994), Journal of Non-Crystalline Solids, 178, pp. 31-36.
- [9]. S. Motakef; T. Suratwala; R.L. Roncone; J.M. Boulton; G. Teowee; D.R. Uhlmann (1994), Journal of Non-Crystalline Solids, 178, pp. 37-43.
- [10]. Y. A. Atti (1994), Sol-gel Processing and Applications, pp. 131-132.
- [11]. C. Rottman; Gideon Grader; Yoram De Hazan; Sharona Melchior, and David Avnir (1999), J. Am. Chem. Soc., 121, pp. 8533-8543.
- [12]. Y. A. Attia (1994), Sol-gel Processing and Applications, pp. 131,141.
- [13]. H. Schmidt (1994), Journal of Non-Crystalline Solids, 178, pp. 302-312.
- [14]. Roger Mueller; Rainer Jossen; and Sotiris E. Pratsinis, *et al.* (2004), Zirconia nanoparticles made in spray flames at High production rates, J. Am. Ceram. Soc. 87 [2] 197–202.
- [15]. (1999), Microstructure and corrosion resistance of inorganic±organic (ZrO₂±PMMA) hybrid coating on stainless steel, Journal of Non-Crystalline Solids 247 164±170.
- [16]. Z.H. Huang and K.Y. Qiu (1997), “The effects of interactions on the properties of acrylic polymers/silica hybrid materials prepared by the *in situ* sol-gel process”, Polymer, 38-3 521-526.
- [17]. C.K. Chan; S.L. Peng; I.M. Chu and S.C. Ni (2001), “Effects of heat treatment on the properties of poly(methyl methacrylate)/silica hybrid materials prepared by sol-gel process”, Polymer, 42 4189-4196.
- [18]. J. Gallardo; A. Duran; D. Di Martino and R.M. Almeida (2002), “Structure of inorganic and Irbid SiO₂ sol-gel coatings studied by variable incidence infrared spectroscopy”, J. Non-Crystalline Solids, 219-225.
- [19]. ASTM D 3359-02. Measuring Adhesion by Tape Test.

EVALUACIÓN DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE PLÁSTICO DE DESECHO

José de Jesús Armenta Bojórquez*, José Humberto Castorena González, Joel Andrés Calderón Guillén, Jorge Luís Almaral Sánchez, Cristo Raúl Parra Vega.

Facultad de Ingeniería Mochis, Universidad Autónoma de Sinaloa. Fuente Poseidón y Pról. Ángel Flores, Col. Las Fuentes, CU., C.P. 81220, Los Mochis, Sin.

*joseab@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

El material manufacturado más usado en la industria de la construcción es el concreto hidráulico. Pero como todos los materiales, tiene algunas deficiencias en algunas aplicaciones particularmente en donde es sometido a cargas que producen esfuerzos de tensión, su casi nula resistencia hace que aparezcan grietas muy tempranamente. Un ejemplo es en la construcción de pavimentos [Mehta y Monteiro, 1998]. Para solventar estas deficiencias o mejorar alguna de sus propiedades, al concreto se le han adicionado otros materiales complementarios. El principal ha sido el acero de refuerzo continuo para incrementar su resistencia a la tensión en la mayoría de las estructuras. Más recientemente el uso de fibras cortas y aleatoriamente distribuidas en el concreto se han venido utilizando en aplicaciones como en pavimentos, pisos industriales y concreto lanzado principalmente. Siendo las de mayor uso para estas aplicaciones las fibras de acero. Las fibras sintéticas como las de polipropileno se utilizan básicamente para disminuir y controlar el agrietamiento por contracción plástica [ACI 544 1R, 1998].

El material empleado para la fabricación de las fibras utilizadas en este trabajo es el polímero de Tereftalato de Polietileno (PET por sus siglas en inglés). Este material se obtuvo de envases de plástico de desecho usados en refrescos comerciales. La fabricación se hizo completamente manual.

La utilización del plástico de desecho como materia prima de las fibras va dirigido a solventar el problema de la contaminación que originan los plásticos en el medio ambiente y

que principalmente se debe al tiempo que la naturaleza emplea para absorber este tipo de materiales [Greenpeace, 2002] y a su vez, buscar, con su incorporación en el concreto el mejoramiento de algunas de sus características para su aplicación en pavimentos. La selección del tipo de plástico se planteó desde dos puntos de vista, en primer lugar por la cantidad de material del que se puede disponer en el mercado del embalaje de los más diversos productos como parte de los residuos sólidos municipales y a juzgar por las estadísticas su disponibilidad continuará en aumento y, en segundo lugar por su resistencia a la tensión para su utilización como fibras en el concreto.

El objetivo de este trabajo es la evaluación del efecto que tienen las fibras de plástico de desecho sobre las propiedades del concreto, tanto en su estado fresco como endurecido, haciendo un análisis comparativo entre el Concreto Reforzado con Fibras de Plástico de Desecho (CRFPD) con diferentes longitudes y concentraciones de fibras y el concreto sin fibra (simple).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se empleó cemento Pórtland Tipo I. El agregado fino usado fue arena natural con una densidad de 2.46 y un porcentaje de absorción del 3.57. El agregado grueso empleado fue el que se extrae del Río Fuerte, Sinaloa, México, con un tamaño máximo de 3/4", con una densidad específica de 2.68 y una absorción de 1.0 por ciento. El agua utilizada fue del sistema de suministro municipal.

Fibras

La producción de fibras se hizo en forma manual. La materia prima en su totalidad fueron envases de botellas de refresco de diferentes marcas, de dos litros y en mayor porcentaje de dos y medio litros de capacidad de contenido. Se seleccionaron de este tamaño debido únicamente a la facilidad que presentan para ser medidas y cortadas y, además por su rendimiento.

Diseño de la mezcla

En la tabla 1 se indican las cantidades de cemento, agua y agregados utilizados en la mezcla diseñada como control para una resistencia a la compresión de 300 kg/cm² y módulo de ruptura de 45 kg/cm².

Tabla 1. Diseño de mezcla de concreto/m³.

Concepto	Cantidad	Unidad
Cemento	294	Kg
Agua	200	Lt
Agregado Grueso (grava)	945.28	Kg
Agregado Fino (arena)	915.72	Kg

Mezclas

En total se elaboraron nueve mezclas de prueba con diferentes combinaciones entre las variables a considerar, siendo estas: concentración (en volumen), longitud y la relación de aspecto de las fibras, además de la mezcla de concreto simple que permitió comparar los resultados obtenidos ver tabla 2. El área de la sección transversal de las fibras utilizadas fue la misma y, por consiguiente, el diámetro equivalente es igual para todas las fibras.

Tabla 2. Diseño del experimento.

Mezcla	Contenido de Fibras (Porcentaje por volumen)	Longitud de las Fibras (cm.)	Diámetro Equivalente Promedio (cm.)	Relación de Aspecto
M 0 - 0	-	-	-	-
M 2 - 6	2	6	0.0703	85

Mezcla	Contenido de Fibras (Porcentaje por volumen)	Longitud de las Fibras (cm.)	Diámetro Equivalente Promedio (cm.)	Relación de Aspecto
M 3 - 6	3	6	0.0703	85
M 4 - 6	4	6	0.0703	85
M 2 - 5	2	5	0.0703	71
M 3 - 5	3	5	0.0703	71
M 4 - 5	4	5	0.0703	71
M 2 - 4	2	4	0.0703	57
M 3 - 4	3	4	0.0703	57
M 4 - 4	4	4	0.0703	57

Todas las mezclas fueron elaboradas en una revolvedora eléctrica con capacidad de un saco de cemento (ASTM C 192).

Al respecto se observó la adecuada incorporación de las fibras de forma aleatoria en toda la masa del concreto con el mismo procedimiento que se sigue en el mezclado del concreto simple.

Tipos de especímenes

Vigas de 15 cm × 15 cm × 50 cm, para determinación de módulos de ruptura (ASTM C 78) y pruebas de tenacidad (ASTM C 1018) para los 28 días de edad. Especímenes cilíndricos de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura (15 cm × 30 cm), para resistencia a la compresión (ASTM C 39), módulos de elasticidad (ASTM C 469) y para pruebas de impactos (ACI 544.2R-96) estos cilindros se fabricaron para ser probados a los 28 días.

Colado, vibrado y curado

Los procedimientos de colado, vibrado y curado para el concreto simple son aplicables al CRFPD. Después de fabricados los especímenes fueron cubiertos con bolsa de plástico para darles el curado inicial por 24 horas, posteriormente fueron desmoldados y colocados en una pila con agua a la cual se le adicionó cal, a una temperatura de 24° C +/- 2° C, permaneciendo allí hasta que fueron probados a los 28 días.

Tabla 3. Pesos volumétricos del concreto.

Mezcla	0 - 0	4 - 2	5 - 2	6 - 2	4 - 3
Peso Volumétrico (Kg/m ³)	2453	2379	2460	2478	2420
Mezcla	5 - 3	6 - 3	4 - 4	5 - 4	6 - 4
Peso Volumétrico (Kg/m ³)	2437	2383	2383	2381	2390

Pruebas en el concreto fresco

Se registró el revenimiento de acuerdo a la Norma ASTM C 143 y el peso volumétrico en estado fresco siguiendo la Norma ASTM C 138.

Pruebas en el concreto endurecido

Los cilindros fueron probados a la resistencia a la compresión a los 28 días (3 especímenes por cada mezcla) de acuerdo a la Norma ASTM C 39, módulos de elasticidad según Norma ASTM C 469, la prueba de impactos se realizó a la edad de 28 días.

Las vigas fueron probadas (3 por cada mezcla) a la flexión por tensión (módulo de ruptura).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Concreto en estado fresco

Para la mezcla de concreto sin fibras, el revenimiento es claramente mayor que para el CRFPD, disminuyendo en éste, conforme aumenta la concentración de fibras, figura. 1 donde se puede notar la tendencia de disminución en el revenimiento conforme se incrementa el volumen de fibras, pero eso no fue motivo para afectar la trabajabilidad de las mezclas.

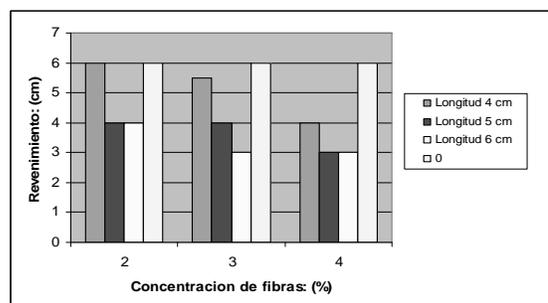


Figura 1. Revenimiento obtenido para diferentes concentraciones de fibra.

En lo que corresponde a la obtención del peso volumétrico podemos observar en los resultados, tabla 3, que se nota una clara tendencia de diferencia entre el CRFPD y el simple, aunque podemos distinguir que a mayor concentración de fibra este valor tiende a disminuir, por el espacio que ésta ocupa en la mezcla.

Concreto en estado endurecido

Resistencia a la compresión

En la figura 2, donde se presentan los resultados de las muestras agrupadas por concentraciones iguales de fibra, se puede apreciar una ligera tendencia al decremento de la resistencia a la compresión con el incremento en la relación de aspecto de las fibras, aunque se puede resaltar que para un mayor porcentaje de fibra existe un incremento de la resistencia del CRFPD hasta del ocho por ciento, comparada ésta con la mezcla sin fibra.

Una de las características más importantes y significativas de esta prueba fue el modo de falla. Mientras que los especímenes de concreto simple presentaron una falla frágil, el CRFPD presentó una falla dúctil; esta ductilidad fue más evidente con las concentraciones mayores de fibras.

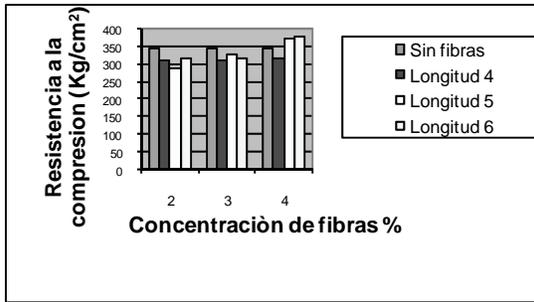


Figura 2. Resultados de la resistencia a la compresión.

El módulo de elasticidad del CRFPD fue ligeramente mayor al valor obtenido para el concreto simple, los resultados se presentan en la figura 3. La diferencia en el módulo de elasticidad del CRFPD en relación con el concreto simple es en promedio del trece por ciento.

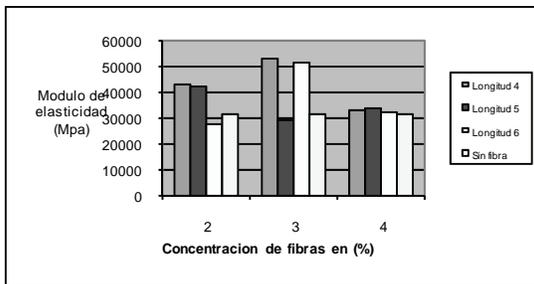


Figura 3. Valores obtenidos del módulo de elasticidad.

El módulo de ruptura del concreto simple es en ciertos casos menor que algunos de los especímenes de CRFPD y, en otros mayor, esto puede deberse al alineamiento que las fibras retoman al momento de acomodarse en la zona de tensión, aunque las diferencias no son significativas, cuya variación fluctúa entre el veinte y diez por ciento.

La representación gráfica de estos resultados se muestra en la figura 4 con los valores agrupados por iguales contenidos de fibra, donde se observa que a mayor concentración de fibra y mayor longitud de la misma los módulos de ruptura son más grandes.

La propiedad más importante del concreto al que se le adicionan fibras en el ámbito de los pavimentos es la tenacidad, el comportamiento que tiene la relación carga-deflexión,

esto es, su capacidad para seguir tomando carga o absorber energía después del primer agrietamiento.

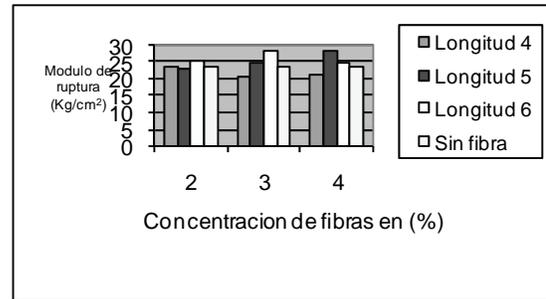


Figura 4. Valores del módulo de ruptura.

En la figura 5, se muestran las gráficas de las curvas representativas carga-deflexión para cada uno de las distintas combinaciones de las variables concentración y relación de aspecto de las fibras, obtenidas mediante la aplicación de la norma ASTM C 1018, con vigas prismáticas con carga en los tercios manteniendo el parámetro de velocidad de deformación constante. En este aspecto hay que recalcar que esperábamos que el comportamiento de las curvas carga-deformación se presentara con mayor intensidad, para de esa manera poder medir esta importante propiedad que es la resistencia post-agrietamiento y definirla por medio de los métodos establecidos en el marco de referencia. No fue posible establecerla ya que como se muestran en la citada figura después de haber aplicado la carga y llevar a la falla al espécimen, el extensómetro de la máquina empleada expreso para esta actividad no registraba ninguna lectura extra al respecto a pesar de que la viga mantenía su ductilidad, seguía el registro de la deformación. La explicación a tal efecto se justifica en que las fibras por estar hechas de plástico y ser lisas, no conservan ninguna adherencia al concreto, por lo que no es factible que éstas pudieran transmitir cierta carga al concreto en el momento de que este llegaba a la falla.

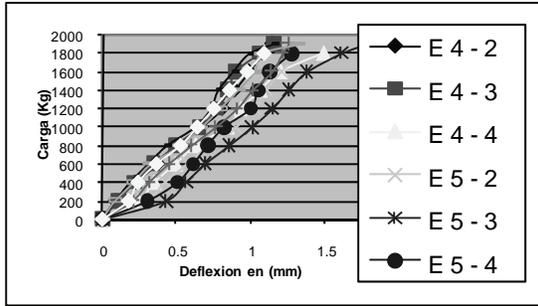


Figura 5. Gráficas de carga-deflexión (tenacidad).

En la prueba de impactos, se puede señalar que el CRFPD tuvo más resistencia al impacto que el concreto simple, tanto a la primera grieta como a la falla total.

En la figura 6, con los valores agrupados para iguales longitudes de fibra, se puede observar que entre mayor es la longitud de las fibras mayor es el número de golpes para llegar a que se produzca la primera grieta. Uno de los aspectos más sobresalientes de esta prueba es la resistencia a la falla posterior a que aparece la primera grieta, es decir, el número de golpes contados a partir de que aparece la primera y hasta que se produce la falla total, lo que identificamos como resistencia post-agrietamiento.

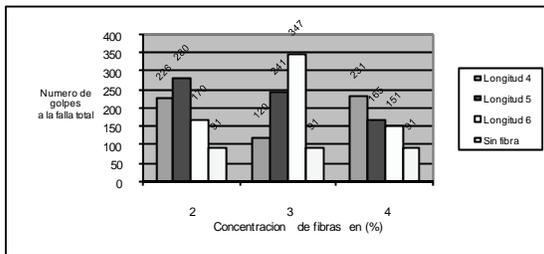


Figura 6. Resultados de la prueba de impactos antes y después de la primera grieta.

CONCLUSIONES

1. La trabajabilidad del concreto reforzado con fibras se redujo con la concentración de fibras y con la relación de aspecto, aun con la concentración de fibra más alta empleada, el concreto puede ser manipulado con el equipo de mezclado y de consolidación que se utiliza con el concreto normal.

2. La resistencia a la compresión simple fue menor en el concreto reforzado con fibras comparado con el concreto sin fibras, aumentando esta diferencia con la concentración de fibras, aunque esta diferencia es de aproximadamente el ocho por ciento se pudo apreciar la ductilidad del compuesto, ya que a pesar de haber fallado los especímenes éstos no se fracturaban completamente como sucedió con el concreto simple.

3. El módulo de elasticidad del concreto reforzado con fibras fue ligeramente mayor al concreto simple en aproximadamente trece por ciento, con tendencia a disminuir con el incremento en la concentración de fibras.

4. El valor del módulo de ruptura en el concreto con fibras fue ligeramente mayor al del concreto simple aproximadamente en un veinte por ciento, con una ligera tendencia a aumentar con la relación de aspecto de la fibra.

5. La capacidad del concreto para absorber energía en la prueba de tensión por flexión, como lo muestra la prueba de tenacidad, no fue posible determinarla debido a la poca adherencia que presentan las fibras de plástico.

6. En la prueba de impacto, la capacidad de absorber energía se incrementó de manera notable después de que en el concreto aparece la primera grieta con la concentración de fibras, siendo siempre mayor el número de golpes necesarios para ocasionar el mismo daño en el concreto con fibras que en el concreto simple.

7. Respecto a definir cuál concentración y relación de aspecto de la fibra es la que tiene mejores resultados está en función de la aplicación para la cual se vaya a emplear. Para mejorar el comportamiento de tenacidad y de resistencia al impacto del concreto, a mayor concentración de fibras y relación de aspecto estas características mejorarán, pero la trabajabilidad disminuirá con el incremento en la concentración y la relación de aspecto. Habrá que hacer una evaluación para el empleo específico que se le pretenda dar al concreto.

AGRADECIMIENTOS

La realización del presente proyecto fue posible por el apoyo financiero de la Convocatoria 2006 del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

LITERATURA CITADA

- Mehta, P. K. y Monteiro, P.J.M. (1998), “Concreto, estructura, propiedades y materiales”, Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. (IMCYC).
- American Concrete Institute. ACI Manual of Concrete Practice, Part 5, “State –of-the-Art Report on Fiber Reinforced Concrete”, Reported by ACI Committee 544, (ACI 544.1R-96).
- Greenpeace, página en internet, www.greenpeace.org.mx, agosto, 2002.
- American Society for Testing and Materials, Aggregates and Concrete, ASTM C192/C192 M-98, “Standard Practice for Making and Curing Concrete test Specimens in the Laboratory”, 1998.
- American Society for Testing and Materials, Aggregates and Concrete, ASTM C 39/C 39M – 99 “Standard test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens”, 2000.
- American Society for Testing and Materials, Aggregates and Concrete, ASTM C 469 – 94, “Standard test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson’s Ratio of Concrete in Compression”, 2000.
- American Society for Testing and Materials, Aggregates and Concrete, ASTM C1018 - 97 “Standard test Method for Flexural Toughness and First-Crack Strength of Fiber-Reinforced Concrete (Using Beam With Third-Point Loading)”, 2000.
- American Concrete Institute. Part 5, “Measurement of Properties of Fiber Reinforced Concrete”. Reported by ACI Committee 544, (ACI 544.2R-96), 1998.

ESTUDIO NUMÉRICO PARA LA LONGITUD DE ANCLAJE EN MATERIALES COMPUESTOS UTILIZADOS EN LA REPARACIÓN DE VIGAS DE CONCRETO REFORZADO

José Humberto Castorena González^{1,*}, Joel Andrés Calderón Guillén¹, Facundo Almeraya Calderón², José de Jesús Armenta Bojorquez¹, Claudia Félix García¹, Castro Chávez Misael¹, Basilia Quiñónez Esquivel³, Jorge Luis Almaral Sánchez¹.

¹Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ingeniería Los Mochis, Fuente Poseidón y prol. Ángel Flores, Col. Las Fuentes, CU., C.P. 81223, Los Mochis, Sin.

²Centro de Investigación en Materiales Avanzados, CIMAV., Miguel de Cervantes 120, Complejo Industrial Chihuahua, Chihuahua, Chih.

³Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ingeniería, Ave. De las Américas y blvd. Universitarios, C.U., C.P. 80010, Culiacán, Sin.

* kstor28@yahoo.com.mx, jhcg@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

Las estructuras de concreto reforzado (CR) se deterioran por diferentes razones, entre ellas se puede mencionar la corrosión en el acero de refuerzo, aplicación de cargas no previstas en el diseño y que pueden deberse, principalmente, al cambio de uso del edificio, así como el deterioro en el concreto debido a un mal diseño o colocación del mismo [Adhikary *et al.*, 2000]. En gran parte del mundo, parte del inventario de puentes y edificios están hecho a base de CR [Chajes *et al.*, 1995], y en general manifiestan algún tipo de daño como los ya mencionados. Desde el punto de vista económico y ambiental, es preferible reparar dichas estructuras que volverlas a construir, sobre todo si se dispone de un método de reparación que sea rápido, efectivo y simple; sin embargo, la elección de reparar o de volver a construir dependerá de cada caso en particular. Uno de los métodos que ha resultado efectivo es el uso de placas de acero en la parte de tensión en vigas de CR, sin embargo, se han encontrado ciertas desventajas, entre ellas se pueden mencionar problemas en el manejo e instalación (debido a su peso), sufren de corrosión, vienen en tamaño y longitud limitados, lo que hace difícil el tipo de junta a utilizar, se requiere de la utilización de grandes andamios para mantener las placas en su posición mientras se lleva a cabo el curado del adhesivo epóxico.

Para solventar este tipo de problemas se han estado utilizando materiales compuestos a base de fibras, FRP (*Fibre Reinforced Polymer*) por sus siglas en inglés. Estos materiales tienen una gran relación de resistencia-peso y resistencia a la corrosión, dando como resultado una reducción en los costos de mantenimiento [Ascione and Feo, 2000; Ferreira *et al.*, 2000]. Este tipo de materiales se compone principalmente de dos partes: una matriz (resina epóxica) y un refuerzo embebido en ella, que pudiera ser fibra de vidrio, carbón o aramid [Sherwoodd and Soudki, 2000; Khalifa and Nanni, 2002; Haritos and Hira, 2004]. La principal desventaja de este tipo de materiales pudiera ser su costo y que su modo de falla sea frágil [Li and Ghebreyesus, 2006]. De datos encontrados en la literatura, se menciona, para el caso particular de materiales a base de fibra de carbono (CFRP), que su costo es aproximadamente diez veces más que el del acero laminado, pero que en costos globales de reparación constituye sólo el veinte por ciento del proyecto. En el presente proyecto, se propone la utilización de un material compuesto a base de resina epóxica y fibra de vidrio que se pueden adquirir en el mercado nacional y que puede colocarse *in situ*, y ser de cualquier longitud para evitar así problemas de colocación en las juntas a reparar. Además, aunque las placas a base de materiales compuestos han sido reconocidas como una

opción importante para reforzar y/o reparar estructuras de CR, es necesario entender mejor aquellos factores que son importantes para su análisis y diseño, como lo es la longitud de anclaje. Este artículo presenta también un análisis con elemento finito, sobre el efecto de la longitud de anclaje para la recuperación y refuerzo de una estructura de concreto agrietada en flexión.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

Fabricación y prueba de especímenes de concreto

Se fabricaron 6 especímenes de concreto simple, de 15 x 15 x 50 cms, denominados VI, V2, V3, V4, V5 y V6. La mezcla fue a base de cemento Pórtland Tipo I, el cual satisface la Norma ASTM C 150 [ASTM, 1995] Como agregado fino se utiliza arena natural de río, con una densidad de 2.46 y absorción de 3.57 %. El agregado grueso tuvo un tamaño máximo de ¾”, con densidad específica de 2.68 y absorción de 1.0 %. El análisis granulométrico, tanto para la grava como para arena, cumple con la Norma ASTM C 45 [ASTM, 1992]. Para agua de mezclado se utiliza agua potable y el procedimiento de mezclado es de acuerdo a la norma ASTM C192 [ASTM, 1998]. En la tabla 1 se muestran las cantidades empleadas.

Cada una de las vigas se sometió a flexión en tres puntos, como se muestra en la figura 1. Puesto que se trata de vigas sin refuerzo, la falla esperada es de tipo frágil

Tabla 1. Dosificación empleada en la elaboración del concreto para una resistencia de 300 kg/cm² y un módulo de ruptura de 45 kg/cm².

Material	Cantidad
Cemento (kg.)	345
Agua (l)	178
Grava TMA ¾” (kg)	1180
Arena (kg)	650

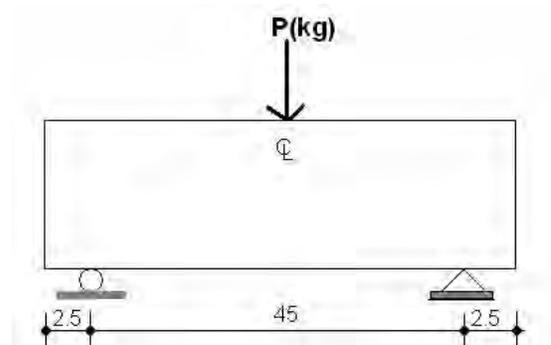


Figura 1. Condiciones de carga y apoyo para los especímenes de prueba, denominada flexión en tres puntos.

Una vez que realizada la prueba a flexión, se procede a reparar cada una de las vigas con un material compuesto.

Fabricación del material compuesto

Para el trabajo desarrollado aquí, se define a un material compuesto aquel que está formado por fibras de vidrio y resina epóxica. Las fibras son las encargadas de soportar la carga aplicada al compuesto y la resina, que además de servir como aglutinante y protector, transfiere la carga de fibra a fibra. La figura 2 muestra el ejemplo de material compuesto.



Figura 2. Una lámina de material compuesto se compone de fibra, orientada en cualquier dirección, y de una matriz. El espesor es muy delgado.

Para poder obtener una orientación definida para la fibra, se utiliza fibra de vidrio conocida comercialmente como petatillo, de donde se extrae manualmente cada una de las fibras utilizadas como refuerzo, dicho proceso se observa en la fotografía de la figura 3.

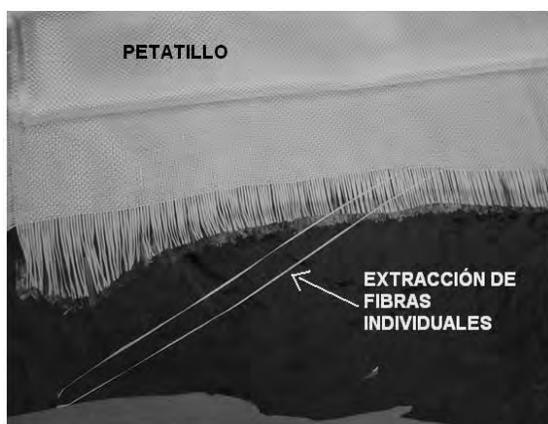


Figura 3. Proceso de extracción de la fibra de vidrio utilizada como refuerzo del material compuesto.

Para la matriz se utiliza resina epóxica Epoxine 200, usada para unir concreto nuevo a concreto viejo. Viene en presentación de un litro, y su rendimiento aproximado es de 3 a 3.5 m²/litro, con espesor de 10-12 mm. Dicho rendimiento se incrementa para el caso de materiales compuestos, ya que se manejan espesores de 2 a 4 mm. Para formar el material compuesto sobre la viga dañada, se limpia perfectamente la superficie de concreto, a fin de que exista una buena adherencia entre éste y el material compuesto. Con brocha de mano, se aplica una primera capa de Epoxine 200, de aproximadamente un milímetro de espesor. Posteriormente se instalan las fibras, las cuales fueron previamente colocadas sobre una malla de fibra de menor resistencia, con el propósito de mantener una separación uniforme del refuerzo principal (las fibras del petatillo). Una vez colocada la fibra, se aplica de nuevo otra capa de Epoxine 200, hasta completar el espesor deseado del compuesto, de 2 a 3 mm. Dicho material tarda en secar aproximadamente de 12 a 16 horas, y 24 horas para alcanzar sus propiedades finales de rigidez. En la figura 4 se muestra una fotografía del aspecto que adquiere una viga reparada con este procedimiento.

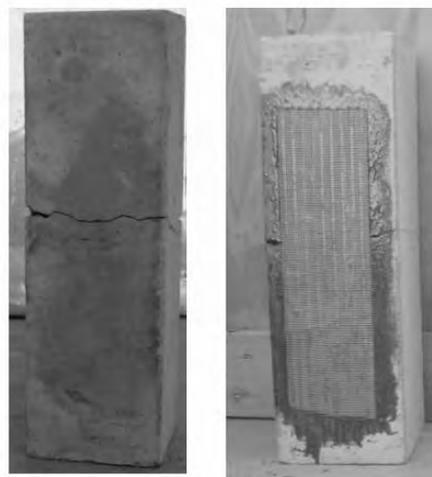


Figura 4. Especto final de la viga reparada con material compuesto.

Dependiendo de la cantidad de fibra en el compuesto, se eligen tres tipos de refuerzo, en donde cada tipo se utiliza para reparar dos vigas, a efecto de comparar resultado, así, la viga reforzada VR-3, VR-6 y VR-9 corresponden a un material compuesto de 3, 6 y 9 fibras colocadas en la misma relación de volumen de matriz (resina epóxica). En términos de porcentaje de refuerzo, cada fibra ocupa un área aproximada de 0.15 cm². Así, VR-3 corresponde a 0.2% de refuerzo, VR-6 y VR-9 a 0.4% y 0.6%, respectivamente.

MODELACIÓN NUMÉRICA (ELEMENTO FINITO)

El método de elementos finitos es una técnica numérica de aproximación, cuyos resultados dependen del tipo y cantidad de elementos finitos que se utilicen en el modelado de estructuras. Esto es, si se utilizan pocos elementos, los resultados difieren de los reales, y conforme se utilicen más de ellos, la solución se aproximará a la real, sin embargo, el costo computacional es grande y no permite llevar a cabo eficientemente el ensayo numérico en la prueba de las variables involucradas en el fenómeno de estudio. Para encontrar el número de elementos finitos apropiado, se realizan dos tipos de prueba: una de convergencia, y otra, de comparar resultados con los reales, si estos están

disponibles. La prueba de convergencia consiste en ir incrementando poco a poco el número de elementos finitos, hasta que algún resultado de interés en el análisis no cambie notoriamente. Para el presente trabajo, el modelo de elementos finitos se calibró mediante los resultados obtenidos en un ensayo experimental. Puesto que este apartado trata sobre el análisis de la longitud de anclaje, el modelo de viga a utilizar es la denominada flexión en cuatro puntos, y se muestra en la figura 5. Ahí también se define a lo que se denomina aquí *longitud de anclaje*.

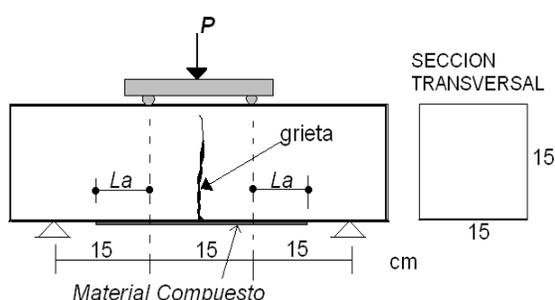


Figura 5. Condiciones de carga y apoyo para la viga en flexión. L_a es Longitud Efectiva.

Para la modelación con elemento finito se utiliza el software ANSYS, el cual dispone de un elemento SOLID65, con el que se puede modelar el agrietamiento en el concreto, tanto a tensión como a compresión. Puesto que el tipo de falla observado es el de desprendimiento del material, no se considera agrietamiento a compresión. El modelo de elementos finitos utilizado se muestra en la figura 6. Por cuestiones de simetría, se analiza un cuarto de la viga. Para el modelado del material compuesto se utiliza el elemento SHELL181, con la opción de espesor activada, y cuyo valor es de 0.25 cm. A fin de evitar problemas de convergencia al momento en que la fibra se desprende del concreto, se aplican desplazamientos como cargas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desarrollo experimental

Después de aplicada la carga a flexión sobre las vigas reparadas, se comparan resultados respecto a la carga soportada en las vigas no dañadas. En término de carga máxima, los resultados se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados comparativos entre resistencia a flexión para vigas simples de concreto y después de reparadas con material compuesto.

Viga simple	Carga P máxima (kg.)	Viga reparada	Carga P máxima (kg.)
V1	950	VR-1	300
V2	1000	VR-1	350
V3	900	VR-2	600
V4	900	VR-2	550
V5	1000	VR-3	800
V6	900	VR-3	850

Como se puede observar en los resultados obtenidos, existe una relación entre lo cantidad de carga a recuperar y la cantidad de material compuesto. En la tabla 2 se observa que es posible recuperar aproximadamente el 85% de la carga original para una viga con 0.6% de material compuesto como refuerzo (VR-3), sin embargo, desde el punto de vista de comportamiento estructural, el tipo de falla con esta cantidad de refuerzo es de tipo frágil. En la gráfica de la figura 7 se muestra el historial de la carga P contra desplazamiento vertical, en el centro del claro de la viga. De dicha gráfica se puede observar que para un refuerzo tipo VR-2 se tiene un comportamiento dúctil, propiedad importante para considerar efectos postagrietamiento. Los desplazamientos se miden a partir de un análisis fotográfico, midiendo los cambios de coordenadas sobre marcas en la viga, de 20 a 60 μm de tamaño. En todos los casos, el tipo de falla fue por desprendimiento del material compuesto, y no por ruptura, como se muestra en la figura 8.

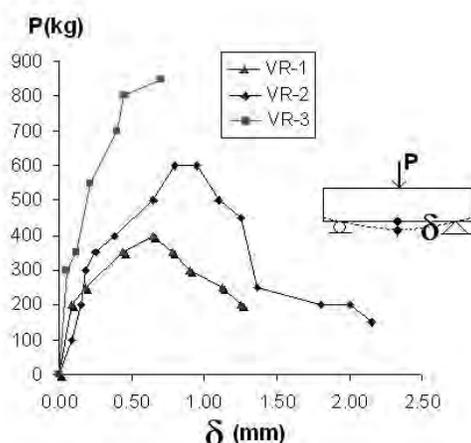


Figura 7. Curvas carga-desplazamiento para vigas reparadas con material compuesto

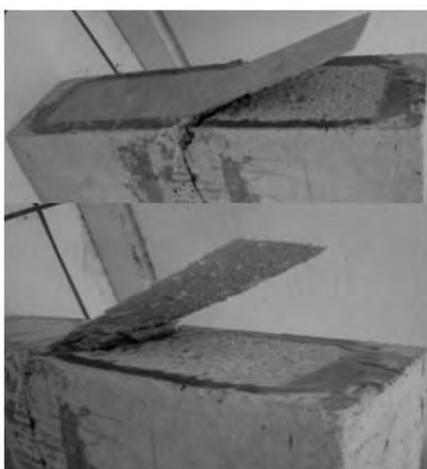


Figura 8. Modo de falla para el material compuesto. Nótese en la figura parte del concreto de la viga adherida al material compuesto.

Desarrollo numérico (elemento finito)

En la figura 9 se muestra las grietas presentes en los elementos SOLID65, así como el modo de falla de acuerdo a los resultados de la viga experimental, las propiedades mecánicas, tanto del material compuesto como del concreto, se muestran en la tabla 3. La gráfica de la figura 10 muestra las curvas obtenidas, tanto experimental como del modelo de elemento finito, a fin de calibrarlo, y realizar los ensayos numéricos para el análisis del efecto de la longitud de anclaje.

CONCLUSIONES

1. Es posible utilizar el material compuesto a base de fibra de vidrio (petatillo) y resina epóxica (Epoxine 200), para reparar vigas de concreto simple.
2. Utilizando 0.6% como refuerzo de material compuesto es posible recuperar el 85% de la resistencia original a flexión.
3. Con el 0.4% de refuerzo es posible obtener un comportamiento dúctil, hecho que es importante en la etapa de postagrietamiento en las vigas de concreto simple.
4. Ha efecto de que el material compuesto desarrolle su capacidad como material de refuerzo, es necesario que la longitud de anclaje sea como mínimo 1.5 veces el peralte para elementos de CR sometidos a flexión.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Autónoma de Sinaloa, por su apoyo para la realización de este trabajo, a través del proyecto PROFAPI-095/06

REFERENCIAS

- Adhikary B.; Mutsuyoshi H., and Sano M. (2000), Shear strengthening of reinforced concrete beams using steel plates bonded on beam web: experiments and analysis, *Construction and Building Materials*, vol. 14, pp. 237-244.
- American Society For Testing And Materials. ASTM C 45-92: Standard Specification for Aggregate for Concrete, ASTM U.S.A, junio de 1992, 10 págs.
- American Society For Testing And Materials. ASTM C 150-95: Standard Test Method for Portland Cement, ASTM U.S.A, junio de 1995, 5 págs.
- American Society For Testing And Materials, *Aggregates and Concrete*, ASTM C192/C192 M-98, “Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory”, 1998.

- Ascione L. and Feo L. (2000), Modeling of composite/concrete interface of RC beams strengthened with composite laminates, *Composites Part B:Engineering*, vol. 31, pp. 535-540.
- Chajes M.; Thomson T., and Farschman C. (1995), Durability of concrete beams externally reinforced with composite fabrics, *Construction and Building Materials*, vol. 9, pp. 141-148.
- Ferreira, A.; Marques, A., and Sá J. (2000), Analysis of reinforced concrete with external composite strengthening, *Composites Part B:Engineering*, vol. 31, pp. 527-534.
- Haritos, N., and Hira A. (2004), Repair and strengthening of RC flat slab bridges using CFRPs, *Composite Structures*, vol. 66, pp. 555-562.
- Khalifa, A., and Nanni, A. (2002), Rehabilitation of rectangular simply supported RC beams with shear deficiencies using CFRP composites, *Construction and Building Materials*, vol. 16, pp.135-146.
- Li, G., and Ghebreyesus A. (2006), Fast repair of damage RC beams using UV curing FRP composites, *Composites structures*, vol. 72, pp. 105-110.
- Sherwood, E. and Soudki, K. (2000), Rehabilitation of corrosion damage concrete beams with CFRP laminates –A pilot study, *Composites Part B: Engineering*, vol. 31, pp. 453-459.

ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE LAS VARIABLES TECNOLÓGICAS MÁS FACTIBLES PARA LA CARTOGRAFÍA DE LA CIUDAD DE LOS MOCHIS

Dr. Ciro de la C. Díaz Hernández; MC. Félix Tapia Roque; Ing. Miguel Enrique Espinosa López; Ing. José Pablo López Aceves; Ing. Ramón Aborte Higuera; Ing. Lorenzo Jesús Chan Amador; Víctor Manuel Camargo Miranda; Isidro Aboite Zayas, Antonio de Jesús Astorga Cruz, Ulises de Jesús Hernández Cervantes. Universidad Autónoma de Sinaloa Ángel Flores y Fuente de Poseidón S/N Facultad de Ingeniería Mochis, Tel 66 88 12 76 41.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de investigación se plantean los resultados obtenidos del análisis y estudios comparativos de diferentes tecnologías y procesos para la toma y procesamiento de datos geoespaciales, los cuales permiten establecer las variables más factibles para la cartografía de ciudades y poblados a diferentes escalas.

El cumplimiento de los objetivos, alcances y metas se logró y se sobrepasaron las expectativas planteadas en la visión y misión debido a la consideración de la comparación de tecnologías de toma de información tradicionales (levantamientos, directos con planchetas, taquimetría óptica, etc.); tecnología de punta (levantamiento con taquímetros electrónicos, técnica satelital (GPS) y levantamiento fotogramétrico y estereofotogramétrico con fotografías aéreas y cósmicas) todos con asistencia de software especializados con la aplicación de las técnicas computacionales.

Los resultados obtenidos permiten establecer un conjunto de procedimientos factibles para el aseguramiento geodésico integral y respuesta inmediata en la creación de redes y la cartografía actualizada de ciudades poblados y zonas rurales, a lo cual se vincula personal académico del área de la geodesia y los estudiantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Uno de los procedimientos más complejos en todo el trabajo de análisis es, sin lugar a dudas, la selección de las variables más factibles para la captura de los datos geoespaciales, en las

cuales juegan un rol muy importante los materiales y métodos empleados.

Entre los *materiales* se encuentran los lugares de la toma poblacional de los datos de experimentación, en éstos está la recopilación de los materiales cartográficos e información socio-económica de regiones como: municipio Ahome, ciudad de Los Mochis; poblado de Surutato, Badiraguato; Constanza El Fuerte, CU Culiacán, Choix, fachadas de la Torre Académica Los Mochis, casa Rosales rectoría de Culiacán y otros.

Otros materiales que se pueden nombrar es el empleo de toda una serie de instrumentos topográficos tales como, teodolitos, geodímetros, antenas satelitales de diferentes generaciones y precisión, desde antenas de navegación, topográficas y geodésicas, taquímetros electrónicos de diferentes modelos y firmas; software para el procesamiento de la información de los instrumentos mencionados, software para la recopilación, redacción y edición de los datos geoespaciales, hasta obtener los datos el producto final (planos, cartas o mapas, topográficos, catastrales o para sistemas de información geográfica).

Existe una serie de materiales que han sido generados proyectados y experimentados dentro del desarrollo de la investigación, tales como el uso de cámaras digitales semi profesionales de pequeño formato, de 2 y 10 megapíxeles, las cuales han sido metradas y empleadas en la fotogrametría terrestre y aérea. En el levantamiento aéreo se han diseñado y experimentado dos plataformas para la colocación de las cámaras en el avión ultraligero:



Para la toma de datos geoespaciales se usaron antenas de GPS con aditamentos de RTK.



Se pueden exponer algunos de los *métodos* más utilizados en la toma de datos experimentales, fueron diversos, entre los que se tiene:

Levantamiento con cintas; levantamiento con taquímetros ópticos; levantamiento con planchetas base limpia y fotoplano; estos métodos, independientemente de considerarse tradicionales, en condiciones de terrenos cerrados son muy efectivos para complementar información del experimento tomada de métodos mas avanzados.

Levantamiento con taquímetros electrónicos: Este método facilita la toma de información puntual del experimento con registro electrónico y su demostración digital, y una interacción directa con las técnicas de computación, posibilita elevarla significativamente.

Levantamientos con técnicas satelitales: Este método facilita la toma de muestras de megadatos crudos de forma diferencial y cinemática, los cuales a través de procedimiento de post proceso con software especializados se obtienen los datos deseados.

Levantamiento con técnica satelital por el método Cinemático en tiempo real RTK, donde se realiza la toma de datos directamente.

Empleo de fotos aéreas y cósmicas de archivo: la toma de imágenes actualizadas, las cuales son procesadas en software fotogramétricos especializados, tales como Photomod Ver- 2.11, 3.5, 3.8 y 4.2 elaborado por la empresa Racurs de Rusia.

Método de levantamiento aéreo con cámaras digitales de pequeño formato para la confección de planos topográficos, catastrales y de sistemas de información geográfica a grandes escalas 1: 500; 1000 y 2000.

Todos los métodos empleados en los análisis van desde los más tradicionales hasta verdaderas tecnologías de punta, las cuales fueron implementadas y puestas a punto y empleadas para la toma de la información geoespacial puntual, se encuentran a disposición y en cantidades aceptables en los laboratorios de geodesia en la Facultad de Ingeniería de Los Mochis. Además, las que tienen vinculación con las técnicas computacionales poseen softwares especializados para bajar los datos crudos y el procesamiento de éstos se ejecuta de manera automatizada. Como resultado de su empleo se llegó a la *conclusión* de que con una inversión no significativa y la combinación de los levantamientos aéreos con cámaras digitales, la utilización de la técnicas satelitales para el apoyo terrestre y el completamiento de la actualización tienen como resultado la selección como el proceso tecnológico más

apropiado. Esto no significa que en condiciones de difícil acceso se pueda utilizar la combinación de un gran número de ellos.

La dirección fundamental de la investigación se ha dirigido a desarrollar e innovar el método del levantamiento aéreo como variante tecnológica más apropiada para la toma de la información en el cartografiado de la ciudad de Los Mochis, a levantamientos aéreos y terrestres utilizando cámaras digitales no métricas, sobre avión ligero, con apoyo terrestre usando técnicas satelitales GPS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proyecto se realizó en diferentes áreas experimentales de estudio limitada en las inmediaciones del poblado de Surutato, La Constancia municipio del Fuerte, Ciudad Universitaria Culiacán y la ciudad de Los Mochis, donde se estableció *la base geodésica multipropósito*, que permite la liga de todos los trabajos geodésico-ingeniero y el apoyo cartográfico.

Ésta se llevó en vías de ejecución con diferentes variantes tecnológicas, las cuales permitieron demostrar las más efectivas en el aseguramiento de la ciudad.

Se realizó el análisis y propuesta de *levantamientos topográficos a grandes escalas por diferentes variantes tecnológicas tomándose la más factible*, procedimientos de ciclos tecnológicos cerrados, de fotogrametría y estereo fotogrametría digital y técnicas satelitales, GPS. Efectuándose los análisis, y propuestas correspondientes a cada caso.

Como resultado final de la investigación, que de todas las tecnologías analizadas fue la estéreo fotogrametría aérea con cámaras digitales no métricas, la variante más factible para la cartografía de las ciudades y poblados.

Además, se puede plantear la activa participación de maestros y estudiantes en las nuevas tecnologías implementadas, cuyos resultados ya son empleados en el sector social, productivo, de investigación y académicos, tanto en su uso con medios propios, como servicios prestados desde nuestro

laboratorio de Geodesia y Cartografía de la Escuela.

La experimentación y puesta a punto de las siguientes tecnologías para el levantamiento y confección de cartas

Redes geodésicas

Proyección, toma de muestreo de campo, cálculo y ajuste de los datos de redes plano - altimétrica de apoyo con diferentes tecnologías (tradicionales, triangulación, diferentes variantes de técnicas satelitales de la ciudad de Los Mochis).

Cartografía

Análisis, experimentación y propuesta de la base cartográfica para la ciudad de Los Mochis (nomenclatura) Todas las escalas a partir de la de 1:50 000. 10 000, 5 000; 2 000; 1 000; 500.

Levantamientos topográficos en el área experimental de la ciudad, con diferentes tecnologías. Con taquímetros electrónicos; antenas GPS por el método Cinemática; Antenas GPS en tiempo real RTK; mediante la transformación de fotografías aéreas ortofotoplanos; estereofotogramétrico, terrestre y aéreo, se confeccionaron hojas patrones, como planos.

Topográficos de originales de campo, escalas 1:10 000; 5 000; 2 000; 1 000; 500; algunos originales de edición, sistemas de información Geográfica, y la experimentación análisis y propuesta de la simbología convencional para cada uno de estos tipos de planos.

a) Empleo de imágenes de archivo escala 1: 20 000 y 1: 4 000.

b) Experimentación puesta a punto para levantamiento arquitectural y aéreo con cámaras digitales no métricas. La preparación cartográfica, la vectorización del ortofoto de la ciudad de Los Mochis como base fundamental para la carta de la ciudad.

DISCUSIÓN

La discusión del trabajo ha sido muy amplia a través de la participación en eventos en el cuerpo académico del área, en la escuela y la zona norte de la UAS, en Las Jornadas de Ciencia y Tecnología, en eventos de corte estatal nacional e Internacional, así como intercambio de experiencias en una pasantía académica del dirigente científico durante un mes, en la Facultad de Fotogrametría y Levantamiento Aéreo y Cósmico de la Universidad Nacional de Moscú, Rusia, en Geodesia Y Cartografía. El tema ha sido discutido en:

Curso “Geodesia Aplicada a Proyectos de Ingeniería”, Empresa OESTEC de México, S.A., de C.V. Hermosillo, Sonora, mayo del 2006.

Ponencia conferencia magistral “Importancia de la Geodesia y la Cartografía en el Ordenamiento Urbano y Rural. En Exp. Geografía 2006, INEGI, Centro de Ciencias Culiacán, Sinaloa, mayo del 2006.

Ponencia magistral en el tercer Forum Estatal de Ciencia y Tecnología, Centro de Ciencias, Culiacán, Sinaloa, del 8 y 9 de diciembre del 2006.

Ponencia en evento de Planeación estratégica del 22, 23 y 24 de noviembre del 2006 en la torre académica de Culiacán, Sinaloa, UAS.

Participación “ponente” de Informática 2007, XII Convención y Exposición Internacional, Congreso de Geomática. Palacio de las Convenciones, ciudad de La Habana Cuba, los días 12 al 16 de febrero del 2007.

Proyectos adicionales:

Propuesta al H. ayuntamiento de Ahome del “Proyecto Geocartográfico de la ciudad de Los Mochis” donde se contempla la red plano altimétrico y el levantamiento topográfico escala 1: 5 000.

Proyecto para la construcción de 18 kilómetros de carretera “Camino Baimena”, en el municipio de Choix. Éste como trabajo de servicio social.

Trabajo de campo, gabinete y confección del plano topográfico (600 has), por el método de estéreo fotogrametría para el desarrollo social del poblado de Surutato en el municipio de Badiraguato.

Levantamiento fotogramétrico y establecimiento del sistema de información de 400 has de un proyecto ecológico en el Río Fuerte del municipio El Fuerte.

Levantamiento estereofotogramétrico de 320 has del poblado de Constanza y Mochicahui.

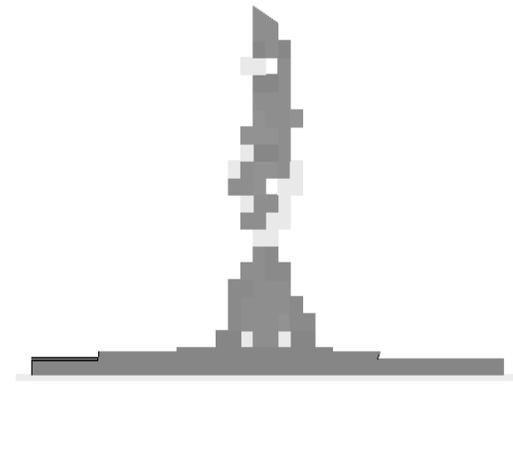
Levantamiento aéreo, aseguramiento de campo, rectificación de las imágenes, confección de ortofotoplanos digitales, rectificación planimétrica y altimétrica de la ciudad de Los Mochis, CU Los Mochis, torre académica de Los Mochis, el Monumento Poseidón, y otros.



Orto foto de la ciudad de Los Mochis.



Rectificación planimétrica de la ciudad de Los Mochis.



Rectificación del Monumento a Poseidón.

AGRADECIMIENTOS

La realización del presente proyecto fue posible gracias al financiamiento de la Convocatoria 2006 del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación de la Universidad Autónoma de Sinaloa a pesar de que no se nos aprobó la solicitud hecha inicialmente, Además, creemos que es

pertinente señalar, que el tratamiento de las autoridades centrales, zonales e incluso la DES hacia el grupo de investigadores que participamos, dista del tratamiento que se merece.



Fotoplano CU Culiacán.

BIBLIOGRAFÍA

- A.A. Genique (1999), Principales Sistemas Satelitales para el posicionamiento empleados en Geodesia, Editorial Cartogeoenter, Moscú.
- Ciro de la C. Díaz Hernández (2001), Manual de Geodesia Aplicada “Principios y Métodos”, UAS, Culiacán.

Arthur H. Robinsón. Elementos de Cartografía,
Ediciones Omega, Barcelona, España.

Jean Carre (1975), Explotación de las
fotografías aéreas, Editorial Paraninfo,
Madrid.

Julio Pellicer Pérez, Cartografía, Editorial
Pueblo y Educación, Plaza de la Revolución,
ciudad de La Habana.

DESARROLLO DE SOFTWARE EN AMBIENTE WEB PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS

Santiago Inzunza Cázares*, Diego Alonso Gastélum Chavira. Maestría en Informática Aplicada, Facultad de Informática. Universidad Autónoma de Sinaloa. Josefa Ortiz de Domínguez s/n. Ciudad Universitaria. Culiacán Sinaloa. Tel./Fax. (667)7161361. *sinzunza@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

Dentro del ámbito educativo, la computadora puede ser vista al menos desde tres ópticas diferentes: como objeto de estudio, como medio de enseñanza-aprendizaje o como herramienta en la educación. La primera de ellas se refiere al hecho de aprender acerca de la computación; la segunda perspectiva está enfocada en cómo los ambientes de aprendizaje son enriquecidos por la computadora; y por último, en el tercer punto de vista se atiende el uso de aplicaciones de la computadora para apoyar procesos educativos.

Nuestro proyecto está relacionado con el segundo aspecto, el cual trata de la creación de ambientes de aprendizaje enriquecidos con la computadora; particularmente se trata de un proyecto de desarrollo de software para apoyar la enseñanza de la probabilidad, un área del currículo escolar de matemáticas que representa serias dificultades de aprendizaje y razonamiento para los estudiantes.

Diversas investigaciones (Kahneman, Slovic & Tversky, 1982; Fischbein & Schnarch, 1997; Konold *et al.*, 1993) han puesto en evidencia diversas dificultades que tienen los estudiantes para razonar en forma adecuada cuando se enfrentan a situaciones donde interviene el azar. Como explicación a estas dificultades, se han sugerido diversas causas, el carácter excesivamente formal que se le ha dado a la enseñanza de la probabilidad y al predominio de problemas ligados al cálculo combinatorio y juegos de azar (Batanero *et al.* 2005, Jones y Thornton, 2005), además de ser una materia reciente el currículo de matemáticas y los profesores que la imparten con frecuencia no tienen la preparación adecuada (Stohl, 2005).

En respuesta a la problemática anterior han surgido diversas iniciativas curriculares y

recomendaciones de organizaciones dedicadas a promover una enseñanza adecuada de la probabilidad y la estadística, como es el caso de la NCTM¹ (en los Estados Unidos) y la IASE², quienes han propuesto la incorporación de tecnología como recurso para ayudar a los estudiantes a comprender conceptos y realizar procesos rutinarios.

Tales propuestas tienen como eje principal una metodología de enseñanza basada en la experimentación y simulación de fenómenos aleatorios, donde los estudiantes obtienen datos reales o simulados que les permitan hacer predicciones acerca de los posibles resultados y compararlas con los resultados experimentales, para finalmente validarlos mediante un modelo teórico apropiado.

En este sentido, Biehler (1991), considera que un enfoque de simulación computacional en la enseñanza de la probabilidad tiene las siguientes ventajas:

El número de repeticiones es fácilmente incrementado, haciendo que la incertidumbre y la variabilidad de los resultados se reduzcan; nuevas clases de patrones pueden ser detectados.

Es posible una exploración extensiva cambiando los supuestos del modelo, haciendo experimentos adicionales, cambiando la forma de generar los datos, etcétera.

Representaciones nuevas y más flexibles están disponibles para expresar modelos y procesos estocásticos y despliegue de datos con facilidades gráficas.

Sin embargo, para introducir de manera adecuada el enfoque frecuencial en la clase de probabilidad se requiere de herramientas de software adecuadas, que permitan que el usuario sea partícipe de todo el proceso de

¹ National Council of Teachers of Mathematics

² International Association for Statistical Education

simulación, que controle la repetición de los experimentos aleatorios y le permita observar la frecuencia relativa con la que sucede el evento de interés. Adicionalmente, el software debe disponer de diversas representaciones, preferentemente dinámicas.

En torno a lo anterior, es importante señalar que existen diversas herramientas de software que se pueden utilizar en la clase de probabilidad; algunas de ellas han sido diseñadas con propósitos educativos, mientras que otras han sido desarrolladas para otro tipo de aplicaciones. Dentro del primer grupo podemos mencionar a *ProbSim* (Konold, et al. 1992), *Fathom* (Finzer, et al. 2001) y *Probability Explorer* (Stohl, 1999-2005); mientras que en el segundo grupo se encuentra la hoja de cálculo *Excel*, y los paquetes estadísticos *SPSS* y *Minitab*, entre otros.

Sin embargo, estas herramientas presentan diversas particularidades que harían difícil su implementación en el nivel medio superior – nivel en el que nos hemos enfocado–, ya sea por la plataforma en que están diseñadas, por el nivel de complejidad con el que operan o porque el propósito que ha guiado su diseño no es el de enseñanza. Por ello, consideramos que se requiere de herramientas con características educativas adecuadas para el nivel en que estamos interesados y que contemplen diversas características de tipo cognitivo que son deseables en un software para la enseñanza de las matemáticas en general y de la probabilidad en particular.

El objetivo principal es desarrollar una herramienta de software que incorpore las características de una herramienta cognitiva (Pea, 1987, Jonassen, 1994) capaz de desarrollar simulaciones de fenómenos aleatorios discretos, que permita ligar el enfoque clásico con el enfoque frecuencial de la probabilidad.

El diseño del software está basado en principios constructivistas del aprendizaje. Al asumir esta perspectiva de desarrollo se pretende que el estudiante sea partícipe en la construcción de su conocimiento al interactuar con las diferentes componentes del software, las cuales estarán diseñadas para generar dicha

interacción. Sin embargo, consideramos que el software por sí solo no garantiza el éxito de una tarea educativa; importancia especial tiene en ello el diseño de las tareas y actividades didácticas que dan sustento al proceso de enseñanza. Por lo tanto, el diseño de las actividades didácticas para utilizar el software de manera adecuada son parte de este proyecto.

El software que se desarrolla se ubica en una categoría de software conocida como *herramientas cognitivas*. Al respecto, Pea (1987, p. 91) define una herramienta cognitiva como “cualquier medio que ayuda a trascender las limitaciones de la mente, en el pensamiento, el aprendizaje y las actividades de resolución de problemas.

Pea (1987, p. 91) define ciertas funciones, que él llama, *trascendentes*, que deben ser incorporadas en un software, para que la computadora funcione como una verdadera herramienta que promueva la actividad cognitiva de los estudiantes en el aprendizaje de las matemáticas. Dichas funciones, nosotros las interpretamos como las propiedades o características que deben regir el diseño de software para la educación matemática. Se distinguen dos tipos de funciones:

Funciones propósito

La idea clave de estas funciones es que el software promueva que los estudiantes lleguen a ser partícipes de lo que aprenden y no se limiten a ser ejecutores de instrucciones. Esto es, el software debe dar oportunidad al usuario de generar partes del proceso de resolución de los problemas o de la exploración de los conceptos que se pretende que aprenda.

Funciones proceso

1. Herramientas para desarrollar la fluidez conceptual.

Son programas que liberan a los estudiantes de tareas rutinarias y laboriosas.

2. Herramientas de exploración matemática.

Estas herramientas ayudan a los estudiantes a explorar conceptos, reconocer patrones y propiedades de sistemas matemáticos.

3. Herramientas de representación.

Estas herramientas permiten ligar diferentes representaciones de un mismo concepto y relacionarlo con otros.

METODOLOGÍA

La tendencia actual en el diseño de software es que participen en su desarrollo equipos interdisciplinarios, donde participen programadores, expertos en contenido y los conocedores de los aspectos pedagógicos y didácticos de la disciplina cuyo contenido se desea abordar en el software. De suma importancia resulta también en el desarrollo de software, seguir una metodología sistemática que conduzca a un producto que cumpla cabalmente con el propósito que fue concebido. Esto es particularmente importante, ya que el diseño de software no debe ser producto de una ocurrencia, sino de un plan general de desarrollo y una metodología que pueda facilitar el proceso. Para lograr nuestro objetivo, nos apoyamos en la ingeniería de software utilizando metodologías probadas que nos permitan cumplir con el desarrollo del software en cuestión.

Durante el desarrollo del software educativo hemos tenido en cuenta recomendaciones hechas por autores como Hinojosa & Mellar (2000) y Gándara (1994), que siguieron cubrir elementos importantes al momento de diseñar un software educativo. Entre las recomendaciones propuestas se encuentran:

Detección de necesidades y definición del objetivo del software

El diseño empieza con la identificación del problema educativo a resolver, es decir, con un análisis de los conceptos y las tareas en la que los estudiantes han mostrado dificultades de comprensión y un bajo aprovechamiento. Para ello nos hemos apoyado en la literatura de

investigación en didáctica de la probabilidad. Esto nos conduce a definir la tarea que el software deberá realizar para tratar de superar dichas dificultades.

Definición del usuario y del contexto

Se determina el perfil del usuario del software, el cual contempla el nivel escolar, la edad, los conocimientos previos respecto al contenido y el contexto de uso. En nuestro caso, el software estará orientado a estudiantes de nivel medio superior.

Selección de las herramientas con las que se llevará a cabo el desarrollo del software

Consiste en definir las herramientas de autoría con las que se va a crear el software, como es la elección del lenguaje de programación y la plataforma computacional más adecuada para los propósitos planteados.

Por otra parte, en los aspectos técnicos, el modelo de software que estamos siguiendo es el modelo de ensamblado de componentes dado que hace uso del enfoque orientado a objetos y por tanto, promueve la reutilización de código.

En cuanto a la plataforma de desarrollo hemos elegido a Java, una plataforma de desarrollo que actualmente está considerada como una de las más importantes en el ámbito de desarrollo de aplicaciones creada y mantenida por Sun Microsystems y soportada por grandes corporativos de software como IBM, Oracle y Apache Software Foundation.

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos independiente de la plataforma donde el código generado a partir de la compilación, puede ser ejecutado sobre cualquier plataforma, cuenta con soporte para el desarrollo de aplicaciones para redes, y además de ser un lenguaje de programación es una plataforma de software. Con Java podemos desarrollar dos tipos de programas: *aplicaciones* y *applets*. Las aplicaciones son programas escritos que se ejecutan en una computadora utilizando la plataforma Java con el soporte del sistema operativo. Por otro lado, los applets son

programas Java que se utilizan para transmitir información a través de la Internet y son ejecutados normalmente en un navegador.

Algunas de las características que hacen de Java lenguaje y una plataforma factible es la portabilidad y la orientación a objetos, entre otras como el soporte multi-hilos y la capacidad de hacer procesos distribuidos. La característica de portable está definida en la especificación Java que incluye lo que se denomina Máquina Virtual Java (JVM), la cual permite generar un ambiente de ejecución (Framework) de los programas Java independientemente de la plataforma de hardware y del sistema operativo; por lo que un programa desarrollado para una plataforma en particular (e.g. Windows) puede ejecutarse en cualquier otra (Unix, Linux, Mac OS X, etc.) siempre y cuando tenga instalada y ejecutando la JVM. Esta característica ha permitido el enorme crecimiento de esta plataforma de desarrollo.

La orientación a objetos es una característica que hace de Java un lenguaje poderoso por el hecho de permitir el reutilización de código. Particularmente nos estamos refiriendo a la herencia, la cual permite la reutilización de comportamientos de objetos creados. Además de la herencia, otra manera de reutilizar código es con los componentes denominados Java-Beans, mismos que encapsulan la lógica del negocio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el desarrollo de software, la etapa de diseño es de suma importancia y requiere de una buena parte de tiempo del proyecto. Sin embargo, un diseño bien cuidado redundará en un desarrollo más preciso y en un producto final de acuerdo a los objetivos planteados.

Actualmente hemos terminado la etapa de diseño y nos encontramos en la etapa del desarrollo del software. Se disponen de algunas componentes como la pantalla principal donde se aloja el diseño de los experimentos por parte de los usuarios, y algunas componentes que muestran los resultados de los experimentos, así como las pantallas de guardar y modificar

algunos parámetros. A continuación se muestran algunos avances del proyecto.



Figura 1. Pantalla de inicio del programa.



Figura 2. Pantalla para el diseño de un experimento.

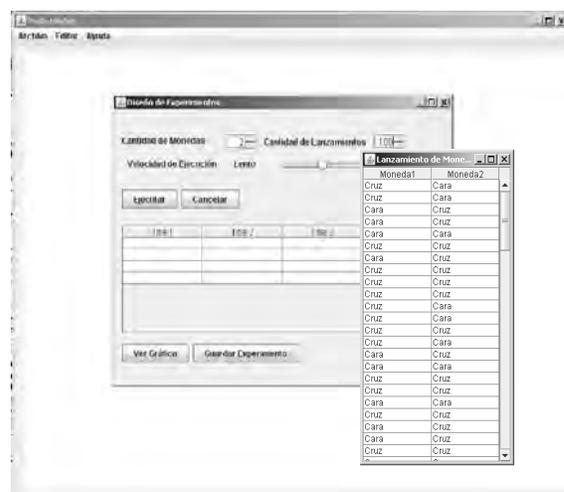


Figura 3. Resultado del lanzamiento de dos monedas cien veces.



Figura 4. Pantalla de Guardar el experimento.

AGRADECIMIENTOS

El presente proyecto ha recibido apoyo financiero del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación de la Universidad Autónoma de Sinaloa, en su Convocatoria de 2006.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Batanero, C.; Henry, M. & Parzysz, B. (2005), The nature of chance and probability, en G. Jones (ed.), Exploring probability in school: Challenges for the teaching and learning, Springer Verlag.

Biehler, R. (1991), Computers in probability education, en R. Kapadia y M. Borovcnik (eds.), Chance Encounters: probability in education, A review of research and pedagogical perspectives, 169-212, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Finzer, W.; Ericson, T. & Binker, J. (2001), Fathom Dynamic Statistics Software, Key Curriculum Press.

Gándara, M. (1994), El proceso de desarrollo de software: una introducción para educadores, en J. M. Álvarez y A. M. Bañuelos (eds.), Usos educativos de la computadora, Centro de Investigaciones y Servicios Educativos, UNAM.

Hinostraza, J. E., & Mellar, H. (2000), Considering Pedagogy in the design, developing and evaluation of educational software,

Artículo presentado en ED-MEDIA 2000, World conference on educational multimedia and hypermedia, Montreal Canadá.

Jonaseen, D. H. (1994), Technology as cognitive tools: learners as designers, Department of Instructional Technology, University of Georgia, [Disponible en línea]: <http://itech1.coe.uga.edu/itforum/paper1/paper1.html>

Fischbein, E. & Schnarch, D. (1997), The evolution with age of probabilistic intuitively based misconceptions, Journal for research in mathematics education, 28, 96-105.

Jones, G., & Thornton, C. (2005), An overview of research in to the teaching and learning of probability, en G. Jones (ed.), Exploring probability in school: challenges for the teaching and learning, Springer Verlag.

Kahneman, D.; Slovic, P. & Tversky, A. (1982), (eds), Judgment under uncertainty: Heuristics and biases, New York, Cambridge University Press.

Konold C., & Craig D. M. (1992), Scientific reasoning research institute University of Massachusetts, Amherst, MA, USA, Web site SERG Statistics Education Research Group (<http://www.umass.edu/srri/serg/software/download-cchachanceplus/ProbSimdl.html>).

Pea, R. (1987), Cognitive technologies for mathematics education, en A. Schoenfeld (ed.) Cognitive Science and Mathematics Education, Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Stohl, H. (2005), Probability Explorer Software.

MODELO DE EVALUACIÓN URBANA CULIACÁN EN EL MARCO DE LA SUSTENTABILIDAD PARA EL DESARROLLO

Autor: M en Arq. César Domingo Iñiguez Sepúlveda.*

Co-autores: M en Urb. Gladis B. Mascareño López, M en Ing. Teodoro Bernal Salazar, Arq. Ignacio Castelo Cruz y Arq. Yasmín P. Iñiguez Ayón.

*Profesor e Investigador en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Sinaloa, y alumno del programa "Doctorado en Arquitectura, Diseño y Urbanismo" (DADU), con sede en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. e-mail: cesar_gasa17@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Es importante señalar aquí que la evaluación de una ciudad puede hacerse desde diversas perspectivas, conforme a los lineamientos establecidos en un plan de desarrollo municipal.

Un plan de desarrollo, está soportado generalmente en líneas estratégicas que prefiguran programas específicos donde se plasman las metas para impulsar acciones que son necesarias para lograr un crecimiento ordenado de un centro de población. En nuestro estudio la perspectiva que vamos a utilizar es la del paradigma del Desarrollo Sustentable (DS).

Es a través de la instrumentación de la planeación urbana como se tratan de solucionar los graves problemas que aquejan a los centros urbanos: como por ejemplo, la movilidad, revisando la capacidad real del sistema vial urbano y mejorando el transporte público y privado, el problema de la vivienda popular, el alumbrado público, la pavimentación, el problema del drenaje pluvial, el tratamiento de residuos sólidos y, los servicios de agua potable y alcantarillado y saneamiento, entre otros más. Todo con el propósito de mejorar la calidad de vida y además de proteger y preservar el medio ambiente; hábitat transformado por el hombre.

Actualmente, las ciudades son entendidas como territorios, como espacios geográficos, donde se realizan actividades económicas y políticas. Son espacios que poseen equipamiento y servicios urbanos; pues con esta infraestructura, las ciudades se consideran

como conjuntos de sistemas diversos y, éstos a su vez, son los esquemas que testimonian las acciones realizadas por el hombre que convive en sociedad.

En este marco de consideraciones, nuestro estudio pretendió ir mas allá de la visualización del ordenamiento urbano como un legado de planeación; aquí se procuró que el Modelo de Evaluación Urbana, fuera un Sistema de Información Urbano (SIU), al que técnicamente le denominamos Sistema de Indicadores (SI), cuerpo que alojará a veinte guías para hacer operativo el concepto de Desarrollo Sustentable (DS), puesto que en él intervienen valores mensurables lo que permite definir acciones concretas para corregir errores o desviaciones del objetivo deseado.

La base filosófica del Desarrollo Sustentable pretende que las actividades humanas realizadas en una ciudad impacten al medio ambiente de una manera más leve; ya que para hacer estas actividades se emplean recursos naturales. En el DS se sostiene que la explotación de los recursos naturales no debe sobrepasar la capacidad que tiene la naturaleza para regenerarse; además, que se le impone a ésta absorber los contaminantes que se emiten hacia ella.

Este nuevo paradigma es un desarrollo con una visión integral, holística le llaman los teóricos del constructivismo, concepto en el que intervienen tres elementos de igual importancia entre sí, como son: el medio ambiente, la economía y, por supuesto la sociedad. Aunque recientemente se ha agregado una nueva dimensión la variable de la institucionalidad.

Finalmente, nuestro objetivo fue desarrollar un método para evaluar desde el marco de la sustentabilidad urbana a la ciudad de Culiacán. Se hizo en el marco del DS, porque se piensa que con este instrumento el (SIU) se fortalecerá la administración de la planeación urbana. Porque el sistema es una herramienta diseñada para evaluar con los principios y criterios del DS, cuál ha sido el comportamiento del crecimiento de la ciudad, si éste ha sido ordenado, si la ciudad privilegia estar en equilibrio con su medio ambiente.

METODOLOGÍA

La propuesta metodológica se sustenta primordialmente en el trabajo de (Leitman; 1994) diseñada para realizar la Evaluación Rápida Ambiental (ERA); se realizó una adecuación de esta metodología a partir del diseño de un núcleo básico de indicadores, que corresponden a variables de carácter urbano principalmente; además, las de carácter físico-ambiental, socio-económicas e institucionales para hacer el análisis de las políticas gubernamentales municipales de orden urbano y ecológico.

Sin embargo, el trabajo de Leitman se centra en plantear un diagnóstico temático sobre la ciudad sin ofrecer la posibilidad de realizar el diagnóstico en términos del comportamiento de las variables sobre el territorio, requisito indispensable al hablar de sustentabilidad urbana. Otra limitante de Leitman es hacer un análisis superficial del equipamiento urbano, de los servicios municipales y de la calidad del paisaje urbano.

A partir de estas limitaciones encontradas en el método de Leitman, se enriqueció este proyecto con los trabajos desarrollados durante los setenta por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), sobre la calidad de vida en las ciudades e indicadores de calidad ambiental; donde dichos trabajos aportan métodos para el análisis de equipamiento urbano y de servicios públicos municipales, al igual que sobre la calidad del paisaje urbano.

Para el análisis de indicadores se consideran de igual manera algunos elementos que proporcionan los más recientes trabajos desarrollados por Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI; 1998), donde la principal aportación de los mismos se presenta en función de las consideraciones territoriales que hacen de las variables socioeconómicas, más no así, para el resto de las variables, las que son tratadas en forma temática.

A pesar de que el trabajo desarrollado en indicadores ha sido cuestionado por diferentes razones, ofrece la posibilidad de comparar situaciones en el tiempo y el espacio (el territorio). Nuestro trabajo presenta información sobre veinte indicadores; aunque, se acotó al manejo de ciertas variables relevantes entre las que pudieran encontrarse: indicadores urbanos, ambientales, socioeconómicos e institucionales.

La diversidad de aspectos a tratar demanda de múltiples técnicas, entre las más comunes a tratar se encuentra: análisis de fotografía aérea, la teledetección, el trabajo de campo para la verificación, el levantamiento de información en dependencias de los tres ámbitos de gobierno, las encuestas aplicadas sobre la calidad de los servicios, las entrevistas realizadas entre funcionarios públicos, la información documental, bibliográfica y censal.

RESULTADOS

El desarrollo del tema de la evaluación urbana con un sistema de indicadores urbanos (SIA), en nuestro país es muy reciente y poco divulgado. Dependencias del gobierno federal como la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) y la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) cuentan con indicadores ambientales y urbanos, orientados a sus respectivos intereses científicos, pero en general, es un tema desconocido, abstracto en muchos casos y de difícil manejo.

El INE, ha venido desarrollando a lo largo de los últimos años los Indicadores de

Sostenibilidad Ambiental (ISA) aplicado para nuestro país y, la Secretaria de Desarrollo Social (Sedesol) ha desarrollado el Sistema de Indicadores Ambientales Urbanos (SIAU). Ambos instrumentos fueron diseñados para realizar evaluaciones en sus correspondientes campos y actualmente se encuentran en ejecución. Los veinte indicadores aquí planteados son congruentes con las guías que estos organismos del gobierno federal han desarrollado. Asimismo, también se han considerado las orientaciones que hace desde su espacio el organismo internacional conocido como Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

Finalmente, como una consecuencia de la información recabada en los diversos organismos, se enlistó inicialmente la cantidad de cuarenta y cinco indicadores; de ellos se consideraron sólo aquellos que fueron estratégicos para la primera etapa de la evaluación y, en consecuencia, se trabajaron veinte de ellos a los cuales se les diseñó su correspondiente hoja metodológica. Los indicadores se clasificaron de acuerdo a cuatro categorías urbanas, ambientales, socioeconómicas e institucionales, como enseguida se muestran:

INDICADORES URBANOS

Infraestructura (coberturas). Agua potable, Alcantarillado, Saneamiento, Energía eléctrica, Pavimentación y Alumbrado público (6).

Vialidad y transporte (coberturas). Transporte, Vialidad, y Capacidad de estacionamiento (cajones disponibles/ núm. de vehículo) (3).

Equipamiento urbano. Salud, Educación, Deporte y recreación, Cultura y Turismo (5).

Imagen urbana. Paisaje Urbano, Pérdida del patrimonio histórico y Arquitectura del paisaje (3).

Riesgos. Áreas de inundaciones, Áreas de riesgo por incendios y Zonas de alta vulnerabilidad (sismos) (3).

Suelo Urbano. Densidad de población, Densidad de construcción, Valor y uso del

suelo, Área urbana ocupada / área urbana necesaria para crecimiento (4).

INDICADORES AMBIENTALES

Agua. Extracción anual de agua subterránea y superficial, Cantidad de agua consumida por habitante, Reserva y disponibilidad de agua, Calidad del agua potable y Calidad de agua residual con tratamiento (6).

Aire. Concentración de contaminantes en la zona urbana (1).

Manejo de residuos sólidos. Generación de residuos sólidos (grms/hab/día), Eliminación y Tratamiento de los residuos sólidos (ton), y Composición y prácticas de reuso y reciclaje (3).

Biodiversidad. Áreas naturales protegidas, Áreas reforestadas y Especies en peligro de extinción, respecto al total de especies nativas (3).

INDICADORES SOCIO-ECONÓMICOS

Distribución de la población total, Tasa media anual de crecimiento, Población económicamente activa, Tasa media anual de desempleo, Escolaridad, Marginación, Ingreso *per cápita* y Migración (8).

INDICADORES INSTITUCIONALES

Estrategia para el desarrollo urbano sustentable (Normatividad urbana estatal y municipal) (1).

Esta es una propuesta inicial para establecer el Sistema de Información Urbano para la ciudad de Culiacán (SIUC). A continuación y por restricción del espacio, aquí sólo se presenta la hoja metodológica «tipo» para recibir la información del indicador de agua potable. La hoja metodológica contiene: tipo de indicador, la fundamentación, el cuadro que indica la tendencia de la cobertura del servicio, la fuente de la información, el método de obtención, el producto y, finalmente, la bibliografía consultada.

Modelo de la hoja metodológica

I.- INDICADOR URBANO.											
A.- INFRAESTRUCTURA.											
1.- AGUA POTABLE. (Cobertura).	Presión.										
IMPLAN-UAS-ARQUITECTURA.											
Fundamentación: (Concepto que proviene del Latín <i>aqua ae</i> , agua y <i>potabilis</i> , que se puede beber). Servicio que otorga a la población con agua tratada para su consumo en plantas potabilizadoras que en general constan de pulsadores o depósitos de agua en donde se precipitan las impurezas y se agregan sustancias aceleradoras del proceso de potabilización; también cuenta con sistemas para la cloración, así como todo el sistema de tuberías para la conducción y distribución de la misma en la población.											
Cuadro 1.											
Año	Cobertura del servicio en %										
1980	77										
1990	84										
2000	97										
2005	99										
Fuente: Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Culiacán (JAPAC).											
Método de obtención: Se calcula mediante la formula: lap = (Sc/ Stu) X 100 = (%). Donde:lap = Es el indicador individual de cobertura de agua potable expresado en porcentaje (%); Sc = Es la superficie con cobertura del servicio de agua potable en hectáreas; Stu = Es la superficie total de la zona urbana en hectáreas; lap = (10,296 / 10,400) X 100 = 99%											
Productos: Gráfica del servicio de agua potable. (1980-2005).											
<table border="1"> <caption>Cobertura del servicio de agua potable</caption> <thead> <tr> <th>Años</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1980</td> <td>77</td> </tr> <tr> <td>1990</td> <td>84</td> </tr> <tr> <td>2000</td> <td>97</td> </tr> <tr> <td>2005</td> <td>99</td> </tr> </tbody> </table>		Años	Porcentaje	1980	77	1990	84	2000	97	2005	99
Años	Porcentaje										
1980	77										
1990	84										
2000	97										
2005	99										
Mapa de crecimiento de la red de agua potable.											
Referencias bibliográficas: Camacho Carmona, Mario. <i>Diccionario de Arquitectura y Urbanismo</i> . México, Ed. Trillas, 1ª edición 1998, Reimpresión 2001, Pág.19.											

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Planificar el desarrollo urbano de la ciudad de Culiacán, hacerlo con dignidad, de manera equilibrada, con sentido holístico y también escuchando el sentir de la población; es una de las urgencias que las autoridades están obligadas a realizar pues no es posible que la ciudad siga creciendo sólo a voluntad de los que vienen a residir en ella.

El hombre debe vivir de acuerdo con su condición humana. Actualmente, en Culiacán una gran proporción de sus residentes vive en condiciones lamentables. Por ello, es de trascendental importancia construir nuestro propio sistema para evaluar el camino hacia la sustentabilidad. El uso de indicadores es esencial en esta tarea. Además, es imprescindible construir ya una herramienta para definir acciones de intervención urbana en las escalas temporal y espacial. También es necesario establecer el contexto y las condiciones iniciales para validar la comparación entre sistemas, precisar los valores y unidades de los indicadores para establecer una ponderación válida y confiable.

En conclusión, se considera que este estudio sobre la valoración de la sustentabilidad urbana desde el SIU, es en realidad una interesante alternativa para construir nuestros propios indicadores de sustentabilidad, nuestros propios controles ciudadanos, nuestra sustentabilidad local, todo desde nuestra propia perspectiva y según nuestras posibilidades.

Finalmente, Lo que se alcanzó a determinar cualitativamente es que la ciudad de Culiacán muestra diversos procesos de sustentabilidad que varían desde la moderada en algunos indicadores, hasta la fuerte en otros. Se concluye pues, que nuestra tarea apenas está comenzando, que este estudio es en realidad una humilde aportación del pensamiento local para una actuación global.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Autónoma de Sinaloa, el apoyo económico que aportó a través del programa (PROFAPI-UAS/2006) para este estudio. Asimismo, se reconoce al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología en Sinaloa su valiosa aportación complementaria a los gastos inherentes de la investigación. También se reconoce al H. Ayuntamiento de Culiacán su valiosa participación por facilitar la información para la conclusión del estudio. Del mismo modo, quiero agradecer la participación de mis colaboradores: Gladis B. Mascareño López, Teodoro Bernal Salazar, Ignacio Castelo Cruz y Yasmín P. Iñiguez Ayón; con quienes compartí inteligentes experiencias. También debo reconocer la participación del grupo de alumnos prestadores de servicio social: Javier Estrada Rangel, Christopher J. García Angulo y Jesús R. Gutiérrez Pérez; gente con mucha dedicación, a la que unimos nuestros esfuerzos a fin de lograr la calidad que en este caso nos exigen las instituciones patrocinadoras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Camacho Carmona, Mario (2001), *Diccionario de Arquitectura y Urbanismo*, México, Ed. Trillas, 1ª edición 1998, reimpresión 2001.
- Conagua (2000), *“Indicadores geoespaciales por Cuenca”*, (Aplicación en la RHA Lerma Santiago-Pacífico), México.
- H. Ayuntamiento de Culiacán (2002), *Plan Municipal de Desarrollo de Culiacan 2002-2004*, Culiacán.
- Leitmann, J. (1994), *Rapid Urban Environmental Assessment: lessons from cities in the developing world, volume 2, tool and outputs Urban Management and Environment*, No. 15, Urban Management Programme by the World Bank Washington, D.C.
- OCDE. (1993), *“Core Set of Indicators for Environmental Performance”*, Reviews. Paris.

Medios Informáticos (paginas de Internet)

- <http://www.OECD.org/dac/Indicators/htm/slides>.
- <http://www.japac.gob.mx>

RELACIÓN ENTRE LAS RESPUESTAS PRODUCIDAS POR LAS TRES COMPONENTES DE TERREMOTOS EN EDIFICIOS DE ACERO

Arturo López Barraza^{1*}, Alfredo Reyes Salazar¹, Guillermo Oros Medina². ¹Facultad de Ingeniería, ²Estudiante de la Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Sinaloa.

*alopezb@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

Los fenómenos sísmicos son un tema de interés para la sociedad y en especial para los estudiosos de la ingeniería estructural, ya que causan graves daños en las estructuras que se construyen llegando inclusive a colapsarlas, generando un peligro latente que se ha manifestado de manera recurrente a lo largo de la historia.

En la actualidad no se puede saber cuándo se presentará un sismo, ni se puede saber con certeza la magnitud y la dirección de éste. Por otro lado, no se conoce lo suficiente del comportamiento de una estructura ante tal manifestación. A pesar de todo lo anterior, no se puede soslayar la responsabilidad que tiene el ingeniero al diseñar estructuras que tengan un comportamiento adecuado ante la acción de sismos.

Las aceleraciones de los sismos se registran en tres direcciones ortogonales; dos horizontales y una vertical. Generalmente se designa a la componente horizontal de mayor aceleración como componente X, a la otra componente horizontal como componente Y, y a la componente vertical, como componente Z. Salvo raras excepciones, la componente vertical es la de menor magnitud en las aceleraciones.

Los reglamentos que contienen previsiones para diseño sísmico, consideran procedimientos que facilitan el análisis sísmico. Uno de ellos consiste en analizar la estructura sujeta a cada componente del sismo de manera independiente. El parámetro de respuesta total buscado se obtiene sumando mediante alguna regla de combinación, la respuesta obtenida de la acción de cada componente individual del sismo.

Para simplificar aun más, es común usar el mismo espectro de respuesta o de diseño en las tres direcciones de la estructura, por lo cual es necesario establecer relaciones entre las tres componentes del sismo. Clough y Penzien en su libro *Dynamics Structures*, establecen una relación entre las componentes horizontales X y Y. Consideran que la respuesta debida a la componente Y es el 85% de la respuesta obtenida de la componente X, esto es, $R_y = 0.85 R_x$.

Newmark establece una relación entre la componente Z y la componente X, dice que la respuesta de la componente vertical del sismo es dos terceras partes de la respuesta horizontal mayor, esto es, $R_z = (2/3) R_x$ (Newmark and Hall, 1982). El Manual de Diseño de Obras Civiles de la CFE en la sección 3.4.4.6 dice "Las estructuras se analizarán ante la acción de dos componentes horizontales ortogonales del movimiento del terreno. Para construcciones localizadas en la zonas sísmicas C y D, adicionalmente se considerará la acción de la componente vertical que se tomará como 2/3 del mayor horizontal."

En este trabajo se evalúa, la precisión de las dos relaciones entre las respuestas propuestas anteriormente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Un algoritmo de análisis basado en el Método de Elemento Finito y dominio en el tiempo desarrollado por los autores y colaboradores (Gao and Haldar, 1995; Reyes-Salazar, 1997) se usa para evaluar el efecto de las tres componentes del sismo en la respuesta estructural. El procedimiento estima las respuestas sísmicas no lineales de marcos de acero considerando las principales fuentes de disipación de energía y las no linealidades

geométricas y del material. Debido a su eficiencia, particularmente para marcos de acero, el Método de Elemento Finito basado en hipótesis de esfuerzos se usa en este estudio (Kondo and Atluri, 1987). Usando esta aproximación se deriva una forma explícita de la matriz de rigidez tangente sin necesidad de integración numérica. Un menor número de elementos puede usarse para describir la deformación sin sacrificar exactitud. Además, la no linealidad del material puede ser incorporada en el algoritmo sin perder su simplicidad básica. Esto da resultados muy exactos y es eficiente comparado a la formulación basada en hipótesis de desplazamientos. El procedimiento ha sido estudiado y verificado con resultados teóricos y experimentales. No se muestran las ecuaciones aquí, debido a la falta de espacio.

Un programa de cómputo ha sido desarrollado para implementar el algoritmo. El programa ha sido extensivamente verificado usando información disponible en la literatura. La respuesta estructural en términos de fuerzas en las barras (fuerzas axial y cortante, y momentos flexionante y torsionante), cortante total de entrepiso, desplazamientos de entrepiso o cualquier otro parámetro de respuesta, puede ser calculada usando dicho programa.

Usando la base de datos de United States Geological Surveys (USGS), se seleccionaron 20 terremotos de manera que representaran suelos firmes e intermedios. Para esta investigación se buscaron registros de acelerogramas con aceleraciones máximas (PGA) de al menos 0.2 g con una duración de la fase fuerte de al menos 15 segundos. Los terremotos se normalizaron para que todos tuvieran una aceleración máxima de 0.25 g en la componente mayor. Los periodos dominantes varían de 0.1 a 1.0 segundo. A estos registros se les denomina, sismos normales (NO) En lo sucesivo le llamaremos componente X a la componente horizontal con mayor aceleración, componente Y a la otra componente horizontal y componente Z a la vertical. A partir de los sismos normales, aplicando un

procedimiento matemático similar al usado para calcular esfuerzos principales (Penzien and Watabe, 1975) se construyen registros de acelerogramas en componentes principales (PR), las cuales quedan perfectamente diferenciadas en términos de las magnitudes de las aceleraciones, quedando como sigue: componente principal mayor es horizontal, componente principal intermedia es horizontal, y componente principal menor es vertical. En lo sucesivo les llamaremos X_p , Y_p y Z_p , respectivamente.

En esta investigación se utilizaron dos modelos estructurales los cuales son parte del proyecto desarrollado por la SAC (FEMA 2000), son edificios de acero de 3 y 9 niveles, los que son denotados como modelo 1 y 2. Sus periodos fundamentales en la dirección débil son de 1.03 y 2.04 segundos respectivamente. Estos edificios fueron diseñados por prestigiados despachos de cálculo de Estados Unidos de acuerdo a las especificaciones de los códigos para la ciudad de Los Ángeles. En las dos estructuras las columnas son de acero Grado 50 y las vigas de acero A36. Para este trabajo, se seleccionaron elementos de la estructura en diferentes posiciones relativas en la planta baja, ya que es un factor importante en el comportamiento ante la acción de un sismo. Las columnas estudiadas se escogieron en las posiciones más desfavorables, estas son: columna de esquina, columna lateral X, columna lateral Y, y una columna interior. Estas son representativas del resto de las columnas porque cada una genera respuestas dependiendo de la dirección por la que llegue el sismo,

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ya que el objetivo de este estudio es analizar la importancia relativa de las respuestas de las componentes horizontal de menor orden y vertical con respecto a la respuesta de la componente horizontal fuerte, es necesario hacer para cada modelo, análisis estructurales con componentes de sismo normales (NO), componentes normales cambiadas (NC),

componentes principales (PR) y principales cambiadas (PC), 200 análisis sísmicos en total, para cubrir todas las posibles combinaciones de análisis elástico.

El parámetro de respuesta en este estudio es la fuerza axial en las barras. Definamos a R_x como la respuesta máxima (componente X de un terremoto) a R_y como el valor máximo de la misma respuesta producida por la componente horizontal Y, y R_z como la respuesta de la componente vertical. Con lo anterior se pueden plantear las siguientes relaciones para su estudio:

La relación entre las respuestas de las componentes horizontales del sismo.

$$Q = \frac{R_y}{R_x} \quad (a)$$

Clough y Penzien proponen un valor de $Q=0.85$, esto es $R_y = 0.85R_x$.

La relación entre la respuesta producida por la componente vertical del sismo y la producida por la componente horizontal fuerte.

$$Z = \frac{R_z}{R_h} \quad (b)$$

En la ecuación (b) R_h es el valor máximo de R_x o R_y .

Newmark por un lado y la CFE en su reglamento, por otro, proponen un valor de $Z = 2/3$, esto es: $R_z = (2/3)R_x$.

Relación entre componentes horizontales

Las figuras 1, 2, 3 y 4 muestran las graficas con los valores de Q para los modelo 1 y 2 para componentes de sismo normales y principales. Cada línea representa un elemento estructural. No se observa ninguna tendencia al variar el periodo dominante de los sismos. Se observan valores muy diferentes de Q entre los elementos, podemos concluir que la posición en planta del elemento afecta mucho. La mayoría de los valores de Q son menores que 0.85.

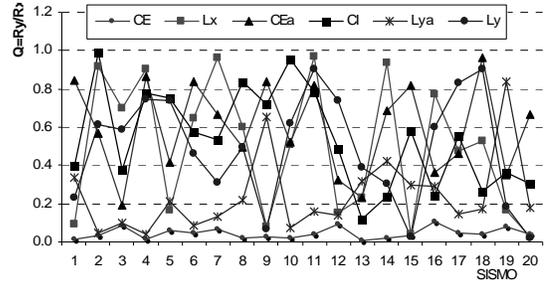


Figura 1. Relación entre respuestas de componentes horizontales, modelo 1, componentes normales.

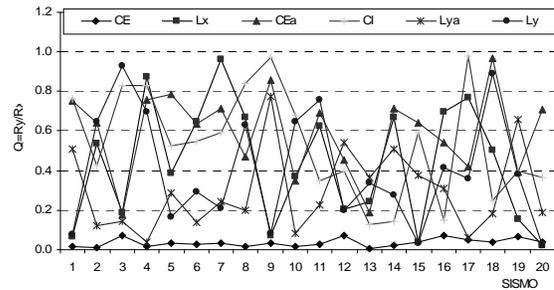


Figura 2. Relación entre respuestas de componentes horizontales, modelo 1, componentes principales.

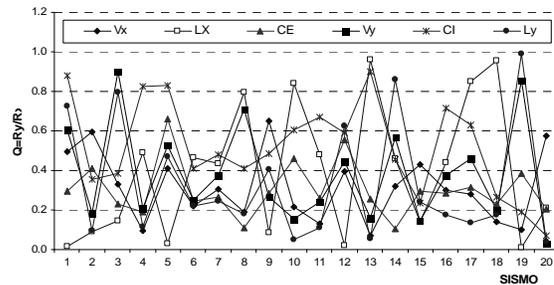


Figura 3. Relación entre respuestas de componentes horizontales, modelo 2, componentes normales.

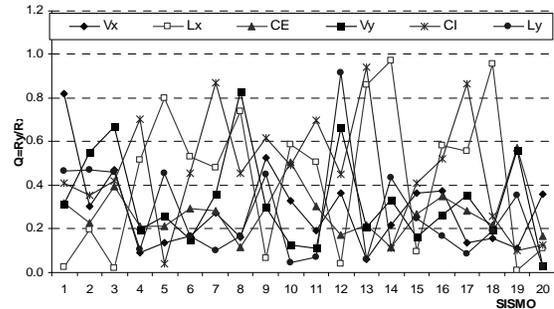


Figura 4. Relación entre respuestas de componentes horizontales, modelo 2, componentes principales.

La tabla 1 muestra la media y la desviación estándar de los valores de Q para todos los elementos estructurales de los modelos 1 y 2 para los distintos tipos de componentes de sismo. Se observan valores muy diferentes para distintos elementos, pero en ningún caso la media de todos los elementos excede 0.49, por lo que, un valor de 0.85 para Q, parece muy conservador.

Relación entre la componente vertical y la horizontal

Las figuras 5, 6, 7 y 8 muestran las graficas del factor Z para los modelo 1 y 2 para componentes de sismo normales y principales, donde cada línea representa un elemento estructural. No se observa ninguna tendencia al variar el periodo dominante de los sismos, existe una gran diferencia en los valores de Z de un elemento estructural a otro. En todos los casos de columna de gravedad (CI, CEa), los valores son muy grandes, por lo que se puede concluir que la estructuración y la posición en planta de la columna tiene influencia significativa. En la tabla 2, se muestran la media y la desviación estándar de los valores de Z para los modelos 1 y 2, en todos los casos la media excede con mucho el valor de 2/3 propuesto. Los resultados muestran que la fuerza axial en columnas producida por la componente vertical de los sismos es mucho mayor que la obtenida con la regla de los 2/3 propuesta por Newmark, por lo que no debería usarse para fines de diseño.

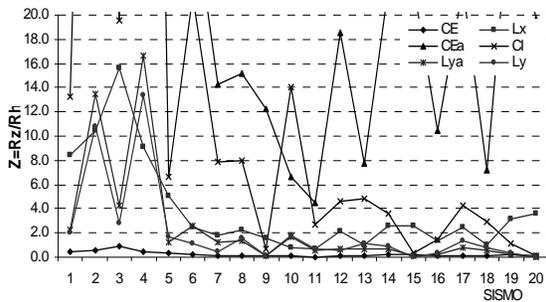


Figura 5. Relación entre respuesta vertical y la horizontal mayor, modelo 1, componentes normales.

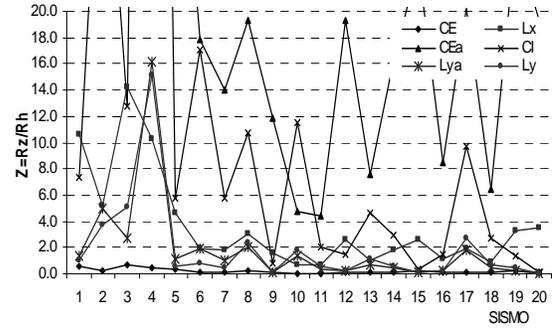


Figura 6. Relación entre respuesta vertical y la horizontal mayor, modelo 1, componentes principales.

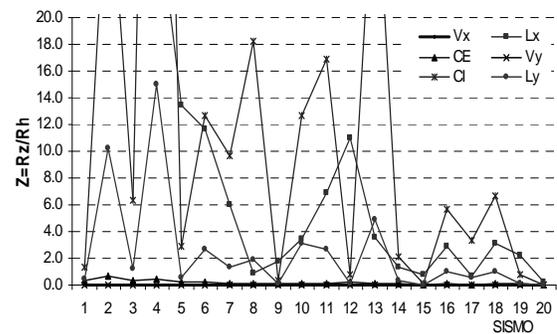


Figura 7. Relación entre respuesta vertical y la horizontal mayor, modelo 2, componentes normales.

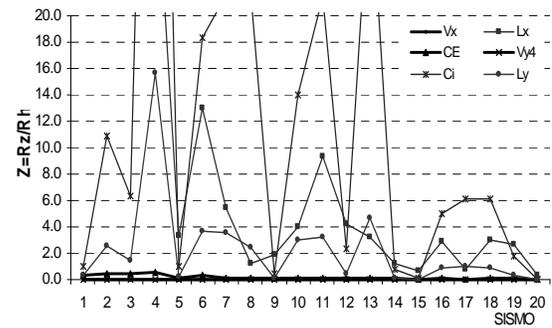


Figura 8. Relación entre respuesta vertical y la horizontal mayor, modelo 2, componentes principales.

Tabla 1. Valores de Q=Ry/Rx, modelos 1 y 2, análisis elástico.

MODELO	ELEMENTO	NO		PR		NC		PC	
		μ	δ	μ	δ	μ	δ	μ	δ
1	COL ESQ. (NUDO RÍGIDO)	0.044	0.028	0.036	0.020	0.069	0.041	0.085	0.052
	LATERAL X	0.493	0.348	0.435	0.298	0.378	0.262	0.317	0.233
	COL ESQ. (ART)	0.595	0.236	0.593	0.213	0.497	0.261	0.388	0.263
	COL. INTERIOR.	0.543	0.254	0.538	0.271	0.562	0.203	0.619	0.238
	LATERAL Y (ART)	0.242	0.201	0.298	0.206	0.313	0.323	0.285	0.322
	LATERAL Y (RÍGIDA)	0.488	0.286	0.403	0.286	0.465	0.302	0.486	0.287
	TODOS LOS ELEMENTOS	0.401	0.226	0.384	0.216	0.381	0.232	0.363	0.232
2	VIGA X	0.312	0.174	0.281	0.182	0.389	0.289	0.334	0.197
	LATERAL X	0.396	0.336	0.433	0.335	0.260	0.205	0.262	0.251
	ESQ.	0.302	0.136	0.277	0.116	0.361	0.206	0.376	0.190
	VIGA Y	0.382	0.246	0.332	0.216	0.379	0.242	0.323	0.172
	COL. INTERIOR.	0.519	0.239	0.465	0.263	0.539	0.241	0.521	0.230
	LATERAL Y	1.026	0.302	0.273	0.224	0.323	0.281	0.265	0.237
	TODOS LOS ELEMENTOS	0.490	0.238	0.344	0.223	0.375	0.244	0.347	0.213

Tabla 2. Valores de Z=Rz/Rh, modelos 1 y 2, análisis elástico.

MODELO	ELEMENTO	NO		PR		NC		PC	
		μ	δ	μ	δ	μ	δ	μ	δ
1	COL ESQ. (NUDO RIGIDO)	0.227	0.218	7.508	8.642	0.227	0.169	6.175	8.012
	LATERAL X	3.910	3.951	2.793	3.663	4.016	3.296	2.056	3.286
	COL ESQ. (ART)	49.155	67.673	32.755	41.783	48.718	62.812	27.465	39.509
	COL. INTERIOR.	16.654	32.586	20.734	28.540	12.763	19.752	15.776	27.819
	LATERAL Y (ART)	2.472	4.461	0.262	0.203	1.890	2.440	0.239	0.213
	LATERAL Y (RÍGIDA)	2.085	3.515	2.892	2.645	2.082	2.433	2.318	2.328
	TODOS LOS ELEMENTOS	12.417	18.734	11.157	14.246	11.616	15.150	9.005	13.528
2	VIGA X	0.004	0.003	0.014	0.022	0.003	0.004	0.014	0.026
	LATERAL X	8.987	10.393	2.306	3.211	9.150	11.915	2.359	3.501
	ESQ.	0.177	0.166	0.643	0.632	0.184	0.181	0.624	0.596
	VIGA Y	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001
	COL. INTERIOR.	12.500	19.521	15.040	22.939	11.384	14.022	14.663	24.017
	LATERAL Y	2.366	3.807	0.406	0.406	1.837	2.126	0.398	0.369
	TODOS LOS ELEMENTOS	4.006	5.649	3.068	4.535	3.760	4.708	3.010	4.752

AGRADECIMIENTOS

La realización del presente proyecto fue posible por el apoyo financiero de la Convocatoria 2006 del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

LITERATURA CITADA

Bathe, K.J. (1982), Finite element procedures in engineering analysis, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

Clough, R.W., and Penzien, J. (1993), Dynamic of structures; 2nd edn, McGraw Hill, New, York.

FEMA (2000), State of the art report of system performance of steel moment frames subjected to earthquake ground shaking, SAC Steel Project, Report FEMA 355C, Federal Emergency Management Agency.

Gao, L, Haldar, A. (1995), Nonlinear seismic response of space structures with PR connections, International J. of Microcomputers in Civil Engineering; **10**:27-37.

Kondo, K; Atluri, S.N. (1987), Large deformation elasto-plastic analysis of

- frames under non-conservative loading using explicitly derived tangent stiffness based on assumed stress, *Computational Mechanics*, **2**(1): 1-25.
- Lopez, O.A.; Torres, R. (1996), (Discussion), A clarification of orthogonal Effects in a three-dimensional seismic analysis, *Earthquake Spectra*, **12**: 357-361.
- Manual de diseño de obras civiles. CFE. Sección, 3.4.5.4.
- Newmark, N.M. (1975), Seismic design criteria for structures and facilities, Trans-Alaska pipeline system, *Proceedings of the U.S. National Conference on Earthquake Engineering, Earthquake Engineering Institute*; 94-103.
- Penzien, J.; Watabe, (1975), M. Characteristics of 3-Dimensional earthquake ground motions, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*; **3**: 365-373.
- RCDF (2004), Reglamento de construcciones del Distrito Federal, normas, técnicas complementarias de diseño por sismo, Gaceta Oficial del Distrito Federal, octubre de 2004.
- Reyes-Salazar, A; Haldar, A; Romero-López, M.R. (2000), Force reduction factor for SDOF and MDOF, Joint Specialty Conference on Probabilistic Mechanics and Structural Reliability, ASCE; paper 063.
- Reyes-Salazar, A.; Juárez-Duarte, J.A.; López-Barraza, A.; Velázquez-Dimas, J.I. (2004), Combined effect of the horizontal components of earthquakes for moment resisting steel frames, *Steel & Composite Structures an International Journal*; **4**(3): 89-209.
- Rosembueth, E; Contreras, H. (1977), Approximate Design for multi-component Earthquakes, *Journal of Engineering Mechanics Division ASCE*; **103**: 895-911.
- Smeby, W.; Der Kiureghian, A. (1985), Modal combination rules for multi-component earthquake excitation, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*; **13**: 1-12.
- Wilson, E.L.; Suharwardy, I.; Habibullah, A. (1995), A Clarification of the orthogonal effects in a three-dimensional seismic analysis, *Earthquake Spectra*; **11**(4): 659-666.

ANÁLISIS SÍSMICO MULTI-COMPONENTE Y LAS REGLAS DE COMBINACIÓN

Alfredo Reyes Salazar^{1,*}, Alex R. Castro Villegas², Arturo López Barraza¹, Claudia C. Favela Beltrán², Jorge H. González Cuevas¹, Basilia Quiñones Esquivel¹ y Juan I. Velázquez Dimas¹; ¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Sinaloa, Av. Universitarios y Blvd. de las Américas, Ciudad Universitaria; ²Tesistas de Licenciatura, *reyes@uas.uasnet.mx

INTRODUCCIÓN

Después de los daños catastróficos producidos por algunos terremotos recientes en diferentes partes del mundo, los procedimientos de análisis y diseño sísmico especificados en los códigos han cambiado considerablemente. En el Código Internacional de Edificios (IBC, 2003), varios métodos de análisis sísmico con diferentes grados de sofisticación han sido sugeridos. Dichos métodos incluyen el de la fuerza lateral equivalente, el análisis espectral modal, el análisis paso a paso lineal, y el análisis paso a paso no lineal. También se identifican los requisitos mínimos para la aplicación de un método particular. El Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (RCDF, 2004), en el apartado *Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo (NTCDS)*, también considera los métodos anteriores. El inconveniente de estas normas es que fueron diseñadas específicamente para el Distrito Federal con condiciones de sismicidad y de sitio muy particulares. Sin embargo, dichas normas son generalmente adoptadas en otras partes del país.

En Estados Unidos, el Código Internacional de Edificios (IBC, 2003) se considera actualmente obligatorio. En lo que respecta al efecto sísmico multi-componente, el código permite el uso de métodos simplificados para estimar la respuesta de cada componente en forma individual, así como también la obtención de la respuesta total de acuerdo a ciertas reglas de combinación. Las reglas de combinación establecidas son "El cien por ciento de las fuerzas para una dirección más el 30 por ciento de las fuerzas para la dirección perpendicular. La combinación que requiera la máxima resistencia será usada. Alternativamente, los efectos de las dos direcciones

ortogonales pueden ser combinados sobre la base de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados (SRSS). Cuando el método de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados se usa para combinar los efectos direccionales, a cada efecto se le asignará el signo que cause el resultado más conservador". Los procedimientos de combinación anteriores serán denotados en adelante como las reglas de combinación del 30% y la SRSS.

Las NTCDS del RCDF en la Sección 8.7 (efectos bidireccionales) establecen "los efectos de ambos componentes horizontales del movimiento del terreno se combinarán en cada dirección en que se analice la estructura, el 100% de los efectos del componente que obra en esa dirección y el 30 por ciento de los efectos del que obra perpendicularmente con los signos que resulten más desfavorables para cada concepto". Es claro que esto es la regla del treinta por ciento mencionada anteriormente

La discusión anterior claramente identifica al menos tres preguntas que requieren nuestra atención relacionadas con el conservadurismo de las prácticas de diseño actuales. Estas son: (1) ¿cómo o en cuál dirección las estructuras deberían ser excitadas por el terremoto de diseño, (2) ¿cómo combinar las respuestas de cada componente para obtener la respuesta total? y (3) ¿Qué parámetros de respuesta deben ser considerados? Para responder estas preguntas, una opción apropiada es estimar la respuesta estructural tan exacta como sea posible, preferentemente usando el análisis paso a paso no lineal de estructuras tridimensionales y comparar los resultados con las aproximaciones simplificadas de los códigos. La comparación puede aumentar nuestro entendimiento del problema y puede

identificar las limitaciones de las aproximaciones simplificadas. El entendimiento de estas limitaciones puede ayudar a diseñar estructuras más tolerantes a carga sísmica, aún usando métodos simplificados.

ANTECEDENTES

La evaluación de las respuestas sísmicas de edificios considerando las dos componentes horizontales de un terremoto ha sido abordada por varios investigadores. Entre las primeras investigaciones realizadas están la de Newmark (1975) y la de Rosenblueth y Contreras (1977). En estos trabajos se propuso una regla de combinación conocida como *Regla del Porcentaje* la cual aproxima la respuesta combinada como la suma del cien por ciento de la respuesta que resulta de una componente y algún porcentaje (λ) de las respuestas producidas por las otras componentes. Newmark (1975) propuso usar $\lambda = 40\%$ argumentado que la respuesta combinada sería conservadora con respecto a la dada por la Regla de la Raíz Cuadrada de la Suma de los Cuadrados (SRSS). Rosenblueth y Contreras (1977) propusieron usar $\lambda = 30\%$ para minimizar los errores introducidos mediante esta aproximación lineal.

Muchas otras investigaciones con relación a la evaluación de las respuestas de estructuras considerando dos componentes han sido también desarrolladas (Wilson y Button 1982, López y Torres 1997, Correnza y Hutchinson 1994, Hernández y López 2003). A pesar de las importantes contribuciones de las investigaciones anteriores, las limitaciones generales en la mayoría de esos estudios son; que se usaron análisis elásticos y/o marcos de concreto y que los modelos fueron demasiado simplificados (pocos pisos y marcos planos conectados por diafragmas rígidos). Por lo tanto, marcos de acero modelados como sistemas de varios grados de libertad no han sido estudiados. Si un marco de acero se modela como un marco con diafragma rígido, una de las fuentes más importantes de disipación de energía, i.e. la

energía disipada en articulaciones plásticas de vigas, es ignorada. Ha sido demostrado que el factor de reducción de fuerzas (Reyes-Salazar *et al.*, 2000) de un marco de acero depende significativamente de su capacidad para disipar energía. Así que, es esencial que estos marcos sean analizados como sistemas complejos de varios grados de libertad (VGDL). Recientemente, Reyes-Salazar *et al.* (2004) estudiaron la precisión las reglas SRSS y del treinta por ciento usando las respuestas de varios modelos con diferentes características dinámicas modelados como sistemas de VGDL sometidos a la acción de varios terremotos. Observaron que ambas reglas podrían subestimar la respuesta combinada y que la disipación de energía tiene una influencia importante en la respuesta estructural. Sin embargo, aunque los modelos estructurales fueron considerados como sistemas de VGDL éstos no corresponden a estructuraciones comúnmente usados en la práctica.

En esta investigación, las tres preguntas anteriormente mencionadas se estudian. Con relación a la pregunta 1 los conceptos de componentes normales y principales de terremotos se introducen. Los terremotos normalmente registrados se denotan como componentes normales. Cuando éstas se transforman a componentes no correlacionados usando el procedimiento sugerido por Penzien y Watabe (1975), se definen como componentes principales. Con relación a la pregunta 2, la precisión de las reglas SRSS y del treinta por ciento en la estimación de la respuesta combinada, se evalúa. La pregunta 3 involucra el estudio de parámetros de respuesta individuales y múltiples. Para lograr estos objetivos, se obtiene la respuesta máxima de dos modelos estructurales de tres (Modelo 1) y 8 niveles (Modelo 2) usados en el proyecto de la SAC (SAC 2000). Para ello se usa un programa de cómputo basado en el Método de Elemento Finito y Dominio en el Tiempo, desarrollado por los autores. La respuesta se obtiene para parámetros de respuesta individuales (cargas axiales en columnas de la base con diferente ubicación) y

globales (cortante basal). Los marcos se excitan por veinte registros sísmicos, los que se seleccionan para representar las características diferentes de movimientos fuertes.

FORMULACIÓN MATEMÁTICA

Un algoritmo de análisis basado en el Método de Elemento Finito y dominio en el tiempo desarrollado por los autores y colaboradores (Gao and Haldar, 1995; Reyes-Salazar, 1997) se usa para evaluar el efecto de ambos componentes horizontales en la respuesta estructural. El procedimiento estima las respuestas sísmicas no lineales de marcos de acero considerando las principales fuentes de disipación de energía y las no linealidades geométricas y del material. Debido a su eficiencia, particularmente para marcos de acero, el Método de Elemento Finito basado en hipótesis de esfuerzos se usa en este estudio (Kondo and Atluri, 1987). Usando esta aproximación se deriva una forma explícita de la matriz de rigidez tangente sin necesidad de integración numérica. Un menor número de elementos puede usarse para describir la deformación sin sacrificar exactitud. Además, la no linealidad del material puede ser incorporada en el algoritmo sin perder su simplicidad básica. Esto da resultados muy exactos y es eficiente comparado a la formulación basada en hipótesis de desplazamientos. Un programa de cómputo ha sido desarrollado para implementar el algoritmo. El programa ha sido extensivamente verificado usando información disponible en la literatura. La respuesta estructural en términos de fuerzas de miembro (fuerzas axial y cortante, y momentos flexionante y torsionante), cortante total en la base, desplazamientos de entrepiso o cualquier otro parámetro de respuesta, puede ser estimado usando dicho programa.

RESPUESTA MÁXIMA CONSIDERANDO DOS COMPONENTES

Los códigos no especifican si las cantidades de respuesta producidas por cada componente deben ser colineales o no colineales. En esta

sección el sistema de componentes (normal o principal) que produce la respuesta máxima es estudiado considerando las cargas axiales (colineales) en varios elementos y el cortante basal (no colineales) en las columnas de la base como parámetro de respuesta.

Tabla 1. Relación R para los Modelos 1 y 2.

MODELO	LOCALIZACION DEL ELEMENTO	μ_R	σ_R
1	ESQUINA	1,11	0,09
	LATERAL	1,06	0,17
	ESQUINA	1,04	0,12
	INTERIOR	1,02	0,12
	LATERAL	1,08	0,07
	LATERAL	0,96	0,14
	TODOS LOS ELEMENTOS	1,07	0,12
	CORTANTE BASAL	1,01	0,04
2	LATERAL	1,06	0,15
	LATERAL	1,13	0,47
	ESQUINA	1,01	0,09
	LATERAL	1,16	0,41
	INTERIOR	0,96	0,43
	LATERAL	1,10	0,31
	TODOS LOS ELEMENTOS	1,06	0,31
	CORTANTE BASAL	1,02	0,12

La razón de la respuesta producida por componentes principales y la respuesta producida por componentes normales será denotada por el parámetro R . En la tabla 1 se muestran las estadísticas para cada modelo y elemento, obtenidas de promediar los resultados de todos los terremotos. Se muestra que los valores de μ_R son más grandes que la unidad prácticamente para todos los casos indicando que la respuesta máxima la producen las componentes normales. Se observa que la incertidumbre asociada es demasiado grande en muchos casos, particularmente para los elementos del modelo 2. Los resultados también indican que los valores de la media de R son más grandes para carga axial que para cortante.

PRECISIÓN DE LAS REGLAS PARA PARÁMETROS INDIVIDUALES

La mayoría de los códigos que contienen previsiones para diseño sísmico permiten el

uso de procedimientos simplificados para estimar la respuesta de cada componente en forma individual, la respuesta total se obtiene después usando las reglas de combinación. Las reglas más usadas son la regla de combinación del 30% y la SRSS. Ambas permiten evaluar el efecto combinado de las dos componentes de un terremoto. La regla SRSS asume que las componentes son independientes.

Para el caso de componentes normales y la regla del treinta por ciento, la razón entre la respuesta obtenida con la regla y la respuesta exacta se denotará por R_{n30} . R_{nSRSS} denotará lo mismo pero cuando la regla SRSS se usa. De manera similar R_{p30} y R_{pSRSS} denotarán dicho cociente para el caso de componentes principales. La media y desviación estándar de estos parámetros se muestran en la tabla 2. Se observa que los valores de la media son cercanos a la unidad para ambas reglas, tanto para carga axial como para cortante basal, indicando que éstas estiman correctamente la respuesta combinada. Además, los resultados

no cambian visiblemente de un elemento a otro, de un modelo a otro o de componentes normales a principales.

PRECISIÓN DE LAS REGLAS UTILIZANDO PARÁMETROS MÚLTIPLES DE RESPUESTA

En este capítulo la exactitud de las reglas se estima considerando simultáneamente varios parámetros de respuesta, para lo cual se consideran las ecuaciones de diseño para factores de carga y resistencia del Manual de Acero American Institute of Steel Construction (AISC-LRFD). Los resultados se dan en la tabla 3. Se observa que los valores de la media son menores que la unidad en todos los casos, indicando que ambas reglas subestiman en general la respuesta combinada. La subestimación es mayor para la regla SRSS que para la regla del treinta por ciento y mayor para el Modelo 1 que para el Modelo 2. También se observa que la subestimación es más para columnas interiores que para exteriores y más para las columnas que para las vigas.

Tabla 2. Precisión de las reglas para parámetros de respuesta individual.

MODELO	LOCALIZACION DEL ELEMENTO	R_{n30}		R_{p30}		R_{nSRSS}		R_{pSRSS}	
		μ	Σ	μ	Σ	μ	σ	μ	σ
1	ESQUINA	1,01	0,01	1,01	0,01	1,00	0,01	1,00	0,02
	LATERAL	1,00	0,12	1,03	0,11	1,01	0,13	1,03	0,14
	ESQUINA	1,03	0,12	1,03	0,10	1,03	0,13	1,02	0,11
	INTERIOR	1,01	0,11	1,03	0,08	1,00	0,11	1,03	0,09
	LATERAL	1,01	0,06	1,01	0,08	0,98	0,06	0,98	0,08
	LATERAL	1,01	0,11	1,06	0,10	1,01	0,12	1,05	0,11
	TODOS LOS ELEMENTOS	1,01	0,09	1,03	0,08	1,00	0,09	1,02	0,09
	CORTANTE BASAL	0,96	0,03	0,95	0,03	1,00	0,01	1,00	0,00
2	LATERAL	1,02	0,12	1,04	0,11	0,99	0,12	1,01	0,09
	LATERAL	1,01	0,09	0,99	0,07	1,01	0,07	0,98	0,06
	ESQUINA	1,01	0,08	1,04	0,08	0,98	0,08	1,00	0,08
	LATERAL	1,04	0,09	1,04	0,11	1,01	0,09	1,01	0,11
	INTERIOR	0,96	0,12	0,97	0,11	0,95	0,12	0,95	0,09
	LATERAL	1,03	0,08	1,02	0,07	0,99	0,07	0,99	0,07
	TODOS LOS ELEMENTOS	1,01	0,10	1,02	0,09	0,99	0,09	0,99	0,08
	CORTANTE BASAL	0,96	0,04	0,97	0,04	1,00	0,02	1,00	0,02

Tabla 3. Precisión de las reglas para parámetros de respuesta múltiple.

MODELO	LOCALIZACION DEL ELEMENTO	R _{n30}		R _{p30}		R _{nSRSS}		R _{pSRSS}	
		μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	Σ
1	ESQUINA	0.76	0.05	0.78	0.05	0.75	0.03	0.76	0.04
	LATERAL	0.73	0.06	0.74	0.06	0.74	0.03	0.74	0.04
	ESQUINA	0.96	0.02	0.96	0.02	0.95	0.02	0.94	0.02
	INTERIOR	0.92	0.06	0.91	0.06	0.90	0.05	0.89	0.05
	LATERAL	0.82	0.06	0.80	0.06	0.79	0.04	0.78	0.04
	LATERAL	0.82	0.06	0.80	0.06	0.80	0.04	0.78	0.05
	TODOS LOS ELEMENTOS	0.84	0.05	0.83	0.05	0.80	0.82	0.04	0.82
2	LATERAL	0.97	0.10	0.99	0.09	0.95	0.10	0.97	0.07
	LATERAL	0.82	0.07	0.83	0.08	0.80	0.06	0.81	0.06
	ESQUINA	0.96	0.07	0.98	0.07	0.93	0.07	0.94	0.06
	LATERAL	1.00	0.08	1.01	0.09	0.98	0.08	0.98	0.10
	INTERIOR	0.85	0.10	0.87	0.07	0.83	0.09	0.85	0.07
	LATERAL	0.93	0.07	0.93	0.09	0.91	0.06	0.91	0.08
	TODOS LOS ELEMENTOS	0.92	0.08	0.93	0.08	0.90	0.90	0.08	0.91

CONCLUSIONES

Los códigos de diseño sísmico de edificios generalmente establecen que las acciones sísmicas horizontales pueden aplicarse por separado en cada una de las direcciones estructurales y utilizar las reglas de combinación, para determinar el efecto total, a partir de los efectos de cada componente. Las reglas más usadas son la regla de combinación del treinta por ciento y la regla de la Raíz Cuadrada de la Suma de los Cuadrados (SRSS). El objetivo principal de este trabajo es evaluar la precisión de estas reglas. Para ello se estimaron las respuestas sísmicas de dos modelos de edificios considerados en el proyecto de la SAC. El estudio indica que la respuesta máxima está dada por la componentes principales y que las reglas estiman la respuesta total muy bien en el caso de parámetros individuales. Sin embargo, para el caso de parámetros múltiples de respuesta, ambas reglas subestiman la respuesta. La subestimación es mayor para la regla SRSS que para la del treinta por ciento. La subestimación es más para las columnas de gravedad que para las columnas de los Marco de Acero Resistente a Momento y más para las columnas que para las vigas. De acuerdo con los resultados de este estudio, se concluye que los códigos

deben ser más explícitos con respecto a los parámetros de la respuesta que deben ser combinados.

AGRADECIMIENTOS

El desarrollo de esta investigación ha sido posible gracias al apoyo recibido de la Universidad Autónoma de Sinaloa a través del proyecto PI-PROFAPI-06-06

REFERENCIAS

Correnza, J.C., and Hutchinson, G.L. (1994), "Effect of transverse load resisting elements on inelastic response of eccentric-plan buildings", *Earthquake Engineering and structural dynamics*, 23, 75- 89.

Gao, L. and Haldar, A. (1995), "Nonlinear Seismic Response of Space Structures with PR Connections", *International Journal of Microcomputers in Civil Engineering*, 10, 27-37.

International Building Code (2003), International Council Code (ICC), USA.

Hernández, J.J., and López, O.A. (2003), "Evaluation of combination rules for peak response calculation in three-component seismic analysis", *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 32, 1585-1602.

- Kondo, K. and Atluri, S.N. (1987), “Large deformation elasto-plastic analysis of frames under non-conservative loading using explicitly derived tangent stiffness based on assumed stress”, *Computational mechanics*, 2(1), 1-25.
- López, O.A., and Torres, R. (1997), “The critical angle of seismic incidence and the maximum structural response”, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 26, 881-894.
- Newmark, N.M. (1975), “Seismic design criteria for structures and facilities, Trans-Alaska pipeline system”, *Proceedings of the U.S. National Conference on Earthquake Engineering*. Earthquake Engineering Institute, 94-103.
- Penzien, J., and Watabe M. (1975), “Characteristics of 3-Dimensional Earthquake Ground Motions”, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 3, 365-373.
- Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (2004), *Normas Técnicas Complementarias de Diseño por Sismo*, Gaceta Oficial del Distrito Federal, Octubre, 2004.
- Reyes-Salazar, A.; Juárez-Duarte, J.A.; López-Barraza, A., and Velázquez-Dimas J.I. (2004), “Combined Effect of the horizontal components of earthquakes for moment resisting steel frames”, *Steel & Composite Structures An International Journal*, 4(3), 189-209.
- Reyes-Salazar, A. (1997), “Inelastic seismic response and ductility evaluation of steel frames with fully, partially restrained and composite connections”, PhD Thesis, Department of Civil Engineering and Engineering Mechanics, University of Arizona, Tucson, AZ.
- Reyes-Salazar, A.; Haldar A., and Romero-López M.R. (2000), “Force reduction factor for SDOF and MDOF”, *Joint Specialty Conference on Probabilistic Mechanics and Structural Reliability*, ASCE, paper 063.
- Roseblueth, E., and Contreras, H. (1977), “Approximate design for multicomponent earthquakes”, *Journal of Engineering Mechanics Division ASCE*, 103, 895-911.
- Wang, C.H., and Wen, Y.K. (2000), “Seismic response of 3-D steel buildings with connection fractures”, *12th World Conference on Earthquake Engineering*, paper, 814.
- SAC (2000), *Steel project (Structural Engineers Association of California, Applied Technology Council and California Universities for Research in Earthquake Engineering, proyecto financiado por FEMA (Federal Emergency Management Agency), Report FEMA-355C, september 2000.*
- Wilson, E.L., and Button, M. (1982), “Three-dimensional dynamic analysis for multicomponent earthquake spectra”, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 10, 471-476.

DESARROLLO DEL SISTEMA SEAL PARA EL APRENDIZAJE EN LÍNEA, BASADO EN LA PRODUCCIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE CON NORMAS SCORM

Araceli Torres Domínguez, *Juan Enrique Gutiérrez Moreno, Cynthia Patricia Villar Piña.
Faculta de Informática, Dirección General Escuelas Preparatorias, Faculta de Informática.
kikijr@hotmail.com

PRESENTACIÓN

En la actualidad existen muchas opciones para ofertar cursos en línea a través de páginas Web, sistemas de gestión del aprendizaje (LMS por su siglas en inglés) y sistemas de gestión de contenidos (CMS por sus siglas en inglés) cada cual con capacidades diferentes en cuanto a administración y seguimiento de actividades de aprendizaje.

Con cualquiera de estos sistemas tecnológicos, ya sea un LMS o un CMS, podemos crear cursos en línea, pero es necesario tomar en cuenta los diferentes alcances o modalidad a elegir dependiendo de qué tanto se vaya a poner en línea. José Silvio (2000) define tres categorías o modalidades para la virtualización de las universidades, la primera de ellas es el modo *virtual total*, consiste en que todas las actividades de la universidad se hacen en línea, no existe físicamente la universidad como tal, es decir, todo el proceso de matriculación, gestión, seguimiento y análisis de los cursos se hace en línea.

La segunda modalidad, *dual parcial*, es una combinación de educación a distancia con educación presencial, aquí la universidad existe físicamente y hay una extensión virtual del campus: que algunas carreras o materias son tomadas en línea mientras que otras son impartidas presencialmente.

La tercer modalidad es la *mixta*, la cual se divide en dos variantes: en la primera de ellas algunas actividades son totalmente virtuales y el resto totalmente presenciales: puede ser que la matriculación a los cursos o los exámenes, por ejemplo, debe hacerse de manera presencial; la segunda variante se

refiere a que algunas actividades son parcialmente virtuales o parcialmente presenciales.

Silvio, afirma que “El modo mixto es mucho más popular que los anteriores, pues brinda mucha mayor flexibilidad y posibilidades de combinación entre lo virtual y lo físico o presencial y la que más oportunidades brinda a las universidades que ya poseen una capacidad instalada en el mundo físico y una base territorial de aprovechar su infraestructura enriqueciéndola y complementándola con la posibilidad de virtualización total o parcial de algunas o todas sus actividades en un área del conocimiento determinada” (José Silvio, 2003).

En nuestro caso, el propósito de esta investigación es identificar la aceptación o el rechazo por parte de los alumnos y maestros a incursionar a la modalidad mixta, a poder combinar clases presenciales llevadas a cabo en el aula con actividades y clases en línea mediante una plataforma apoyada de materiales didácticos (objetos de aprendizaje y textos).

Es importante destacar que este es el primer curso en modalidad mixta que se imparte en la Facultad de Informática Culiacán y sobre todo que se apoya de un sistema para el aprendizaje en línea y de objetos de aprendizaje.

MÉTODO

Se requiere saber la aceptación o rechazo de los alumnos y el maestro al incursionar a la modalidad mixta, además conocer la opinión de los alumnos sobre el uso de la plataforma y sobre la utilización de materiales didácticos (objetos de aprendizaje y textos) en línea como apoyo en su aprendizaje. Así como

también la opinión del profesor acerca del uso de la plataforma en la enseñanza aprendizaje, y sobre la importancia de contar con recursos didácticos en línea para apoyar dicho proceso educativo.

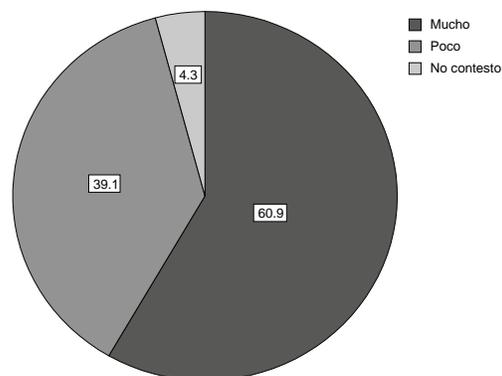
El estudio se aplicó en la materia de Arquitectura de Computadoras II, y se instrumentó con encuestas aplicadas a los alumnos del grupo 1-3, además se entrevistó de manera directa al profesor que impartió el curso. Para el análisis de la información primeramente se capturaron los datos en el programa estadístico SPSS, donde también se realizó el procesamiento para obtener los resultados.

En total se tomó una muestra de 24 alumnos del grupo de un total de cuarenta. No se aplicó al total de alumnos debido a la inasistencia a la hora de aplicar dicha encuesta, que aun cuando se hizo en dos días no se alcanzó el total de alumnos. Sin embargo, se cuenta con un sesenta por ciento del total de alumnos, lo cual nos da una tendencia significativa de los resultados.

RESULTADOS

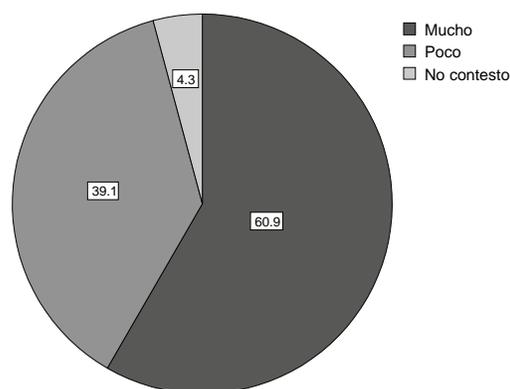
Se les cuestionó a los alumnos acerca de la facilidad de uso de la plataforma y se obtuvo que al 69.6 por ciento de los encuestados les pareció fácil el uso de la plataforma, al 30.4 por ciento que era un poco difícil su uso, mientras que el 4.3 no contestó.

La pregunta que se representa en la gráfica 1, permitió conocer si los alumnos consideraban que los materiales didácticos puestos en la plataforma les sirvieron en el aprendizaje de los temas vistos en el curso. Los alumnos consideraron en un 60.9 por ciento que los materiales didácticos puestos en la plataforma les facilitaron el aprendizaje de los temas vistos en el curso, mientras que un 39.1 por ciento consideró que facilitaron poco el aprendizaje.



Gráfica 1. ¿Consideras que tener los materiales didácticos en línea te facilitaron el aprendizaje?

La gráfica 2 muestra que el 60.9 por ciento de los encuestados respondió que los objetos de aprendizaje le sirvieron mucho como apoyo para el mismo, el 39.1 consideró que sirvieron poco, mientras que un 4.3 por ciento no contestó.

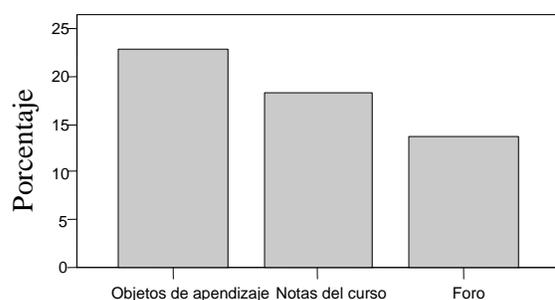


Gráfica 2. ¿Los objetos de aprendizaje te sirvieron de apoyo en tu aprendizaje?

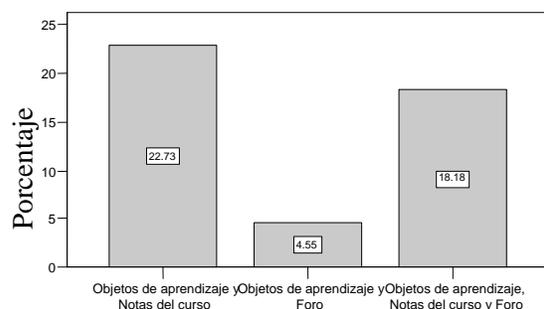
Podemos decir que a los alumnos les interesa contar con otro espacio educativo para compartir información y conocimiento con sus compañeros ya que al 70.8 por ciento de los encuestados si les gustó mucho contar con otro espacio educativo, mientras que al 29.2 les gustó poco. Así como también podemos señalar que a los alumnos les gustaría recibir clases de manera mixta, dado que el 91.7 de los encuestados respondió que le gustaría recibir clases combinando la forma presencial con la virtual, el 4.2 dijo que fuera totalmente virtual y el otro 4.2 por ciento,

también señaló que le gustaría cursar sus materias de forma totalmente presencial.

La gráfica 3 indica que de los recursos implantados en la plataforma los que más le atrajeron a los alumnos fueron los objetos de aprendizaje, luego le siguieron las notas del curso y en último lugar el foro de discusión. Además, se puede observar en la gráfica 4, que se hicieron combinaciones de los recursos que más atrajeron a los alumnos, donde las barras indican que la combinación de objetos de aprendizaje y notas del curso, fue la más alta, luego le sigue la combinación de los tres recursos: objetos de aprendizaje, notas del curso y foro, y en último nivel se encuentra la combinación de objetos de aprendizaje y foro de discusión.



Gráfica 3. Recursos didácticos implantados en la plataforma que te atrajeron.



Gráfica 4. Recursos didácticos implantados en la plataforma que te atrajeron.

Además de lo anterior, en el apartado final de la encuesta los alumnos comentaron en términos generales lo siguiente:

- Que lo visto en las clases presenciales estuviera disponible en la plataforma.

- Les pareció interesante poder compartir opiniones de la clase y tener retroalimentación con sus compañeros para mayor comprensión del tema.
- Tuvieron dificultad al inicio para acceder a la plataforma y para subir las tareas.
- Les gustó el poder contar con otro tipo de herramienta didáctica para su aprendizaje.

Por otra parte, la opinión del profesor Mojarro (2007), acerca del uso de la plataforma en la enseñanza aprendizaje, y sobre la importancia de contar con recursos didácticos en línea, para apoyar dicho proceso educativo fue la siguiente:

En general el uso del sistema le pareció fácil, sencillo en su interfaz. Además consideró que fue de gran ayuda contar con un espacio donde se ubicaran los materiales didácticos y donde los propios estudiantes colocaran sus trabajos e interactuaran entre sí.

También expresó que los objetos de aprendizaje desarrollados, la implementación del foro, el espacio de almacenamiento de notas y tareas de los estudiantes, estuvieron acordes con los objetivos elementales propuestos. Cabe mencionar que faltó mayor incentiva al uso del sistema y de los recursos a todos aquellos alumnos que en mayor o menor grado estuvieron utilizándolos.

DISCUSIÓN

En la aplicación de este proyecto se pudieron observar cambios interesantes al incursionar a la modalidad mixta.

En los alumnos, se observó que al inicio de la modalidad mixta tenían un alto grado de incertidumbre, dado que se les presentaron formas diferentes de llevar a cabo algunas actividades escolares, al combinar el aula con una plataforma con herramientas (foro, objetos de aprendizaje, notas del curso y chat) y estrategias de aprendizaje diferentes. Sin embargo, cabe mencionar que conforme pasó el tiempo se dieron cuenta de lo importante

que era tener una plataforma donde podían disponer de dichas herramientas desde cualquier lugar y en el momento deseado, así como también la posibilidad de compartir ideas y conocimientos entre ellos.

En el profesor, al combinar una modalidad con otra generó cierta resistencia que se le atribuye principalmente a los factores: tiempo y esfuerzo. El primero de ellos se refiere al periodo que se tiene para cubrir los objetivos del curso, los cuales muchas veces no se cumplen al cien por ciento por los ajustes al calendario escolar en fechas no oficiales. Mientras que el segundo pareciera que es mayor al inicio del curso, dado que implica la explicación tanto de la plataforma como de las herramientas didácticas a utilizar durante el curso. Sin embargo, también consideramos que otro factor que influye en menor medida, es el acostumbamiento a dar la clase de manera presencial, dado que (todavía) resulta más fácil para el profesor hacerlo así. También observamos que aun y cuando al profesor le parece de gran utilidad contar con una plataforma para la enseñanza aprendizaje (modalidad mixta), es necesario mayor motivación de éste hacia los alumnos a usar la plataforma y sus herramientas didácticas, así como mayor seguimiento y retroalimentación de las actividades académicas llevadas a cabo en ella.

Sabemos que estos cambios requieren de tiempo para su asimilación y adaptación, sin embargo, el desarrollo de este proyecto nos ha dejado una gran experiencia en la incursión a la modalidad mixta, así como indicadores que nos permiten conocer el camino a seguir para mejorar el trabajo y obtener en un futuro resultados aún superiores.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Sinaloa que a través del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación (PROFAPI, convocatoria 2006), financió este proyecto.

LITERATURA CITADA

- ANUIES, (2004), “Documento estratégico para La innovación en la educación superior”, México.
- Bird, John. (2003), *Electrical circuit theory and technology*, 2nd Ed Newnes, Great Britain.
- Mojarro, Leovardo, (2007), “Entrevista: opinión del maestro sobre el uso de la plataforma y recursos didácticos implementados en ella”, México.
- Jiménez Ramírez, Jorge (2007), *Nuevas herramientas para la enseñanza de la traducción: LMS y LCMS*. Universidad Europea de Madrid. URL: http://www.uem.es/web/fil/invest/publicaciones/web/EN/AUTORES/jimenez_art.htm, consultado el 1 de marzo de 2007.
- Silvio, José (2000), *LA VIRTUALIZACIÓN DE LA UNIVERSIDAD: ¿Cómo transformar la educación superior con la tecnología?* UNESCO IESALC, Caracas, Venezuela.

INCURSIÓN A LA MODALIDAD MIXTA MEDIANTE EL USO DE UN SISTEMA EN LÍNEA APOYADO CON RECURSOS DIDÁCTICOS PARA EL APRENDIZAJE

Araceli Torres Domínguez¹, Juan Enrique Gutiérrez Moreno^{2*}, Cynthia Patricia Villar Piña¹. ¹Faculta de Informática, ²Dirección General de Escuelas Preparatorias, Universidad Autónoma de Sinaloa,
*kiki_jr@hotmail.com

PRESENTACIÓN

En la actualidad existen muchas opciones para ofertar cursos en línea, a través de páginas Web, sistemas de gestión del aprendizaje (LMS por su siglas en inglés) y sistemas de gestión de contenidos (CMS por sus siglas en inglés) cada cual con capacidades diferentes en cuanto a administración y seguimiento de actividades de aprendizaje.

Con cualquiera de estos sistemas tecnológicos o plataformas, ya sea un LMS o un CMS, podemos crear cursos en línea, pero es necesario tomar en cuenta los diferentes alcances o modalidad a elegir dependiendo del *nivel de virtualidad a usar*. José Silvio (2000), define tres categorías o modalidades para la virtualización de las universidades, la primera de ellas es el modo *virtual total*, consiste en que todas las actividades de la universidad se hacen en línea, no existe físicamente la universidad como tal, es decir, todo el proceso de matriculación, gestión, seguimiento y análisis de los cursos se hace en línea.

La segunda modalidad, *dual parcial*, es una combinación de educación a distancia con educación presencial, aquí la universidad existe físicamente y hay una extensión virtual del campus: que algunas carreras o materias son tomadas en línea mientras que otras son impartidas presencialmente.

La tercer modalidad es la *mixta*, la cual se divide en dos variantes: en la primera de ellas algunas actividades son totalmente virtuales y el resto totalmente presenciales: puede ser que la matriculación a los cursos o los exámenes, por ejemplo, debe hacerse de manera presencial; la segunda variante, se refiere a que algunas actividades son parcialmente virtuales o parcialmente presenciales.

Silvio, afirma que “el modo mixto es mucho más popular que los anteriores, pues brinda mucha mayor flexibilidad y posibilidades de combinación entre lo virtual y lo físico o presencial y la que más oportunidades brinda a las universidades que ya poseen una capacidad instalada en el mundo físico y una base territorial de aprovechar su infraestructura enriqueciéndola y complementándola con la posibilidad de virtualización total o parcial de algunas o todas sus actividades en un área del conocimiento determinada” (Silvio, 2000).

Tomando como base la definición anterior y para efectos de este trabajo, se concibe como modalidad mixta a aquella que combina actividades virtuales y presenciales mediante el uso de herramientas comunicativas de manera síncrona o asíncrona. Bajo esta concepción se tiene como propósito identificar la aceptación o rechazo por parte de los alumnos y maestros a incursionar a la modalidad mixta utilizando una plataforma apoyada de materiales didácticos (objetos de aprendizaje¹ y textos).

Es importante destacar que este es el primer curso en modalidad mixta que se imparte en la Facultad de Informática Culiacán y sobre todo que se apoya de un sistema en línea y de objetos de aprendizaje.

MÉTODO

Se requiere saber la aceptación o rechazo de los alumnos y el maestro al incursionar a la modalidad mixta, además, conocer la opinión de los alumnos sobre el uso de la plataforma y sobre la utilización de materiales didácticos (objetos de aprendizaje y textos) en línea

¹ Wiley (2001) define a los objetos de aprendizaje como recursos digitales que se puede utilizar como apoyo para el aprendizaje.

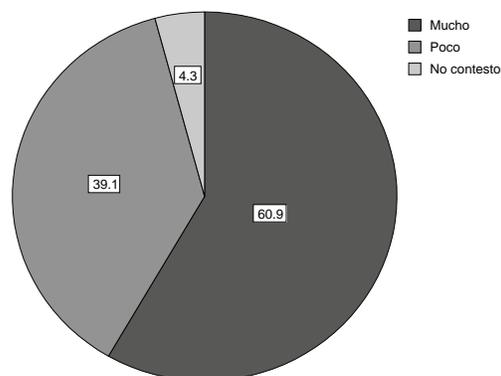
como apoyo en su aprendizaje. Así como también la opinión del profesor acerca del uso de la plataforma en la enseñanza aprendizaje, y sobre la importancia de contar con recursos didácticos en línea para apoyar dicho proceso educativo.

El estudio se aplicó en la materia de Arquitectura de Computadoras II, y se instrumentó con encuestas aplicadas a los alumnos del grupo 1-3, además se entrevistó de manera directa al profesor que impartió el curso. Para el análisis de la información se capturaron los datos en el programa estadístico SPSS, donde también se realizó el procesamiento para obtener los resultados. En total se encuestaron 24 alumnos del grupo formado por cuarenta. Aun cuando no se aplicó la encuesta al total de alumnos, se cuenta con un porcentaje que nos ayuda a tener una tendencia significativa de los resultados.

RESULTADOS

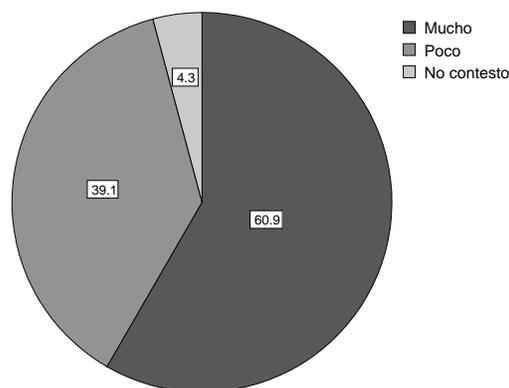
Se les cuestionó a los alumnos acerca de la facilidad de uso de la plataforma y se obtuvo que al 69.6 por ciento de los encuestados les pareció fácil el uso de la plataforma, al 30.4 por ciento que era un poco difícil su uso, mientras que el 4.3 no contestó.

La pregunta que se representa en la gráfica 1, permitió conocer si los alumnos consideraban que los materiales didácticos puestos en la plataforma les sirvieron en el aprendizaje de los temas vistos en el curso. Los alumnos consideraron en un 60.9 por ciento que los materiales didácticos puestos en la plataforma les facilitaron el aprendizaje de los temas vistos en el curso, mientras que un 39.1 por ciento consideró que facilitaron poco el aprendizaje.



Gráfica 1. ¿Consideras que tener los materiales didácticos en línea te facilitaron el aprendizaje?

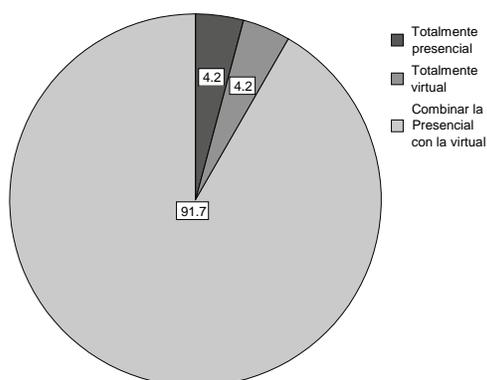
La gráfica 2 muestra que el 60.9 por ciento de los encuestados respondió que los objetos de aprendizaje le sirvieron mucho como apoyo para el mismo, el 39.1 consideró que sirvieron poco, mientras que un 4.3 por ciento no contestó.



Gráfica 2. ¿Los objetos de aprendizaje te sirvieron de Apoyo en tu aprendizaje?

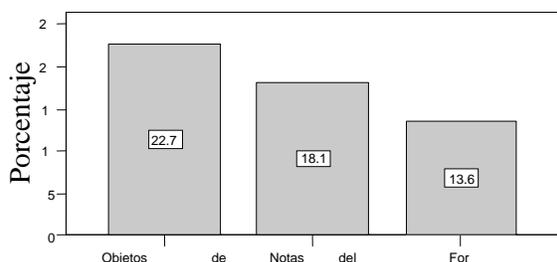
Podemos decir que a los alumnos les interesa contar con otro espacio educativo para compartir información y conocimiento con sus compañeros ya que al 70.8 por ciento de los encuestados si les gustó mucho contar con otro espacio educativo, mientras que al 29.2 les gustó poco. Así como también, podemos señalar de acuerdo a la gráfica 3, que a los alumnos les gustaría recibir clases de manera mixta, dado que el 91.7 de los encuestados respondió que le gustaría recibir clases combinando la forma presencial con la virtual, el 4.2 dijo que fuera totalmente virtual

y el otro 4.2 por ciento, también señaló que le gustaría cursar sus materias de forma totalmente presencial.

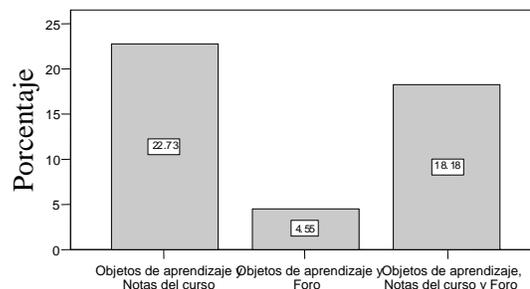


Gráfica 3. ¿De qué manera te gustaría cursar tus materias?

La gráfica 4 indica que de los recursos implantados en la plataforma los que más le atrajeron a los alumnos fueron los objetos de aprendizaje, luego le siguieron las notas del curso y en último lugar el foro de discusión. Además, se puede observar en la gráfica 5, que se hicieron combinaciones de los recursos que más atrajeron a los alumnos, donde las barras indican que la combinación de objetos de aprendizaje y notas del curso, fue la más alta, luego le sigue la combinación de los tres recursos: objetos de aprendizaje, notas del curso y foro, y en último nivel se encuentra la combinación de objetos de aprendizaje y foro de discusión.



Gráfica 4. Recursos didácticos implantados en la plataforma que te atrajeron.



Gráfica 5. Recursos didácticos implantados en la plataforma que te atrajeron.

Además de lo anterior en el apartado final de la encuesta, los alumnos comentaron en términos generales lo siguiente:

- Que lo visto en las clases presenciales estuviera disponible en la plataforma.
- Les pareció interesante poder compartir opiniones de la clase y tener retroalimentación con sus compañeros para mayor comprensión del tema.
- Tuvieron dificultad al inicio para acceder a la plataforma y para subir las tareas.
- Les gustó el poder contar con otro tipo de herramienta didáctica para su aprendizaje.

Por otra parte, la opinión del profesor Mojarro (2007), acerca del uso de la plataforma en la enseñanza aprendizaje, y sobre la importancia de contar con recursos didácticos en línea, para apoyar dicho proceso educativo fue la siguiente:

En general el uso del sistema le pareció fácil, sencillo en su interfaz. Consideró que fue de gran ayuda contar con un espacio donde se ubicaran los materiales didácticos y donde los propios estudiantes colocaran sus trabajos e interactuaran entre sí.

También expresó que los objetos de aprendizaje desarrollados, la implementación del foro, el espacio de almacenamiento de notas y tareas de los estudiantes, estuvieron acordes con los objetivos elementales propuestos. Sin embargo, señaló que faltó mayor incentiva al uso del sistema y de los recursos a todos aquellos alumnos que en mayor o menor grado estuvieron utilizándolos.

DISCUSIÓN

En la aplicación de este proyecto se pudieron observar cambios interesantes al incursionar a la modalidad mixta.

En los alumnos, se observó que al inicio de la modalidad mixta tenían un alto grado de incertidumbre, dado que se les presentaron formas diferentes de llevar a cabo algunas actividades escolares, al combinar el aula con una plataforma con herramientas (foro, objetos de aprendizaje, notas del curso y chat) y estrategias de aprendizaje diferentes. Sin embargo, cabe mencionar que conforme pasó el tiempo se dieron cuenta de lo importante que era tener una plataforma donde podían disponer de dichas herramientas desde cualquier lugar y en el momento deseado, así como también la posibilidad de compartir ideas y conocimientos entre ellos.

En el profesor, al combinar una modalidad con otra generó cierta resistencia que se le atribuye principalmente a los factores: tiempo y esfuerzo. El primero de ellos se refiere al periodo que se tiene para cubrir los objetivos del curso, los cuales muchas veces no se cumplen al cien por ciento por los ajustes al calendario escolar en fechas no oficiales. Mientras que el segundo pareciera que es mayor al inicio del curso, dado que implica la explicación tanto de la plataforma como de las herramientas didácticas a utilizar durante el curso. Sin embargo, también consideramos que otro factor que influye en menor medida, es el acostumbramiento a dar la clase de manera presencial, dado que (todavía) resulta más fácil para el profesor hacerlo así. También observamos que aun y cuando al profesor le parece de gran utilidad contar con una plataforma para la enseñanza aprendizaje (modalidad mixta), es necesario mayor motivación de éste hacia los alumnos a usar la plataforma y sus herramientas didácticas, así como mayor seguimiento y retroalimentación de las actividades académicas llevadas a cabo en ella.

Sabemos que estos cambios requieren de tiempo para su asimilación y adaptación, sin embargo, en inicio del desarrollo de este proyecto nos ha dejado una gran experiencia en la incursión a la modalidad mixta, así como indicadores que nos permiten conocer el camino a seguir para mejorar el trabajo y obtener en un futuro resultados aún superiores.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Sinaloa que a través del Programa de Fortalecimiento y Apoyo a Proyectos de Investigación (PROFAPI, convocatoria 2006), financió este proyecto.

LITERATURA CITADA

- ANUIES (2004), “Documento estratégico para La innovación en la educación superior”, México.
- Mojarro, Leovardo (2007), “Entrevista: opinión del maestro sobre el uso de la plataforma y recursos didácticos implementados en ella”, México.
- Silvio, José (2000), *La Virtualización de la Universidad: ¿Cómo transformar la educación superior con la tecnología?* UNESCO, IESALC, Caracas, Venezuela.
- Wiley, David A. (2000), *Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy*, Utah State University, <http://www.reusability.org/read/chapters/wiley.doc>

*“La Investigación Científica, Tecnológica
y Social en la UAS” PROFAPI 2006*

se terminó de imprimir en el mes de diciembre
de 2008 en los talleres gráficos de
Manjarrez Impresores, Culiacán, Sinaloa.

La edición consta de 1000 ejemplares.

Universidad Autónoma de Sinaloa
Coordinación General de Investigación y Posgrado



ISBN: 978-970-660-236-7



9 789706 602367

