

INVESTIGACIÓN y CIENCIA

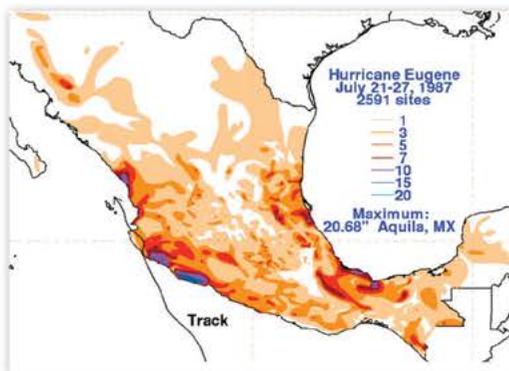
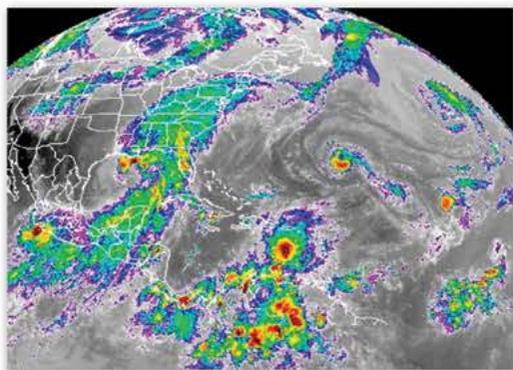
DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES

CIENCIAS AGROPECUARIAS, CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS, CIENCIAS DE LA SALUD,
INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍAS, CIENCIAS ECONÓMICAS, SOCIALES Y HUMANIDADES

EDICIÓN CUATRIMESTRAL AÑO 21 SEPTIEMBRE-DICIEMBRE DE 2013

59

ISSN: 1665-4412



Cuantificación de enzimas asociadas a la resistencia de insecticidas en *Bactericera cockerelli* (Sulc) de la zona papera de Coahuila y Nuevo León, México

Aseadores de calzado en la vía pública. Un estudio de caso para la ciudad de Monterrey, Nuevo León, México

Influencia de los ciclones tropicales del periodo de 1970 al 2010 en la región de Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, México

Factores que influyen en la prevención y tratamiento efectivo de la obesidad infantil

Plastificado higro-térmico de madera de *Quercus scytophylla*

Bacteriocinas: características y aplicación en alimentos

Uso de una guía de alimentación en pacientes con Síndrome Metabólico. Guía alimentaria en Síndrome Metabólico

Análisis del efecto de las becas económicas en el rendimiento escolar en una institución de nivel medio superior



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

DIRECCIÓN GENERAL
DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Departamento de Apoyo
a la Investigación

INVESTIGACIÓN y CIENCIA

DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES

INVESTIGACIÓN Y CIENCIA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES, año 21, núm. 59, septiembre-diciembre 2013, es una publicación periódica, cuatrimestral, multidisciplinaria, editada y distribuida por el Departamento de Apoyo a la Investigación de la Dirección General de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad No. 940, Ciudad Universitaria, C.P. 20131, Aguascalientes, Ags., Tel./Fax. 449 9 10 74 42, www.uaa.mx/investigacion/revista, revistaiyc@correo.uaa.mx. Editor responsable: Rosa del Carmen Zapata. Número de Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor: 04-2002-042412342500-102, ISSN: 1665-4412. Número de Certificado de Licitud de Título: 12284, Número de Certificado de Licitud de Contenido: 8497, ambos otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Registro Postal en SEPOMEX No. PP01-0003. Diseñada e impresa en el Departamento de Procesos Gráficos de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad No. 940, Ciudad Universitaria, C.P. 20131, Aguascalientes, Ags. Este número se terminó de imprimir el 31 de diciembre de 2013 con un tiraje de 1,000 ejemplares. Precio por ejemplar \$60.00 (pesos). Costo de la suscripción anual \$160.00 (pesos).

Los artículos firmados son responsabilidad de su autor y no reflejan necesariamente el criterio de la institución, a menos que se especifique lo contrario.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Nacional del Derecho de Autor.

La revista **INVESTIGACIÓN Y CIENCIA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES** está citada en los siguientes índices:

- **Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica del CONACYT**, <http://www.conacyt.gob.mx>
- **Índice Internacional**, "Actualidad Iberoamericana" ISSN 0717-3636. Centro de Información Tecnológica-CII, La Serrana, Chile. <http://www.citchile.cl>.
- **IRESE** (Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa), <http://iresie.unam.mx>.
- **LATINDEX** (Sistema Regional de Información en línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal), <http://www.latindex.org>.
- **PERIÓDICA** (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias), <http://www.dgb.unam.mx/periodica.html>.
- **REDALYC** (Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal), <http://www.redalyc.org>.

BASES DE DATOS:

- **DIALNET** (Hemeroteca de artículos científicos hispanos en internet), <http://dialnet.uniroja.es>.
- **DOAJ** (Directory of Open Access Journals), <http://www.doaj.org>.
- **HELA** (Catálogo de Hemeroteca Latinoamericana), <http://www.dgb.unam.mx/hela.html>.
- **ULRICH'S** Periodicals Directory, <http://ulrichsweb.serialssolutions.com>
- **Informe Académico**, www.gale-la.com/galeiberoweb/products/db/informe-academico.php



ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

FOTOGRAFÍAS DE PORTADA:

- Mapa del impacto del huracán Julio a la zona costera de Jalisco. • Mapa de precipitación de la trayectoria de Eugene.
 - El ambiente obesogénico se define como ambiente de abundancia de comodidades y mayor acceso a alimentos energéticos y una vida sedentaria.

DIRECTORIO

M. en Admón. Mario Andrade Cervantes
Rector

Dr. en C. Francisco Javier Avelar González
Secretario General

Dr. en C. Fernando Jaramillo Juárez
Director General de Investigación y Posgrado

M. en C. Gabriel Ernesto Pallás Guzmán
Decano del Centro de Ciencias Agropecuarias

M. en C. José de Jesús Ruiz Gallegos
Decano del Centro de Ciencias Básicas

M. en C. Luis Enrique Arámbula Miranda
Decano del Centro de Ciencias de la Ingeniería

Dr. Raúl Franco Díaz de León
Decano del Centro de Ciencias de la Salud

Dr. Mario Eduardo Zermeño de León
Decano del Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción

Dra. Ma. del Carmen Martínez Serna
Decana del Centro de Ciencias Económicas y Administrativas

M.I. José Jorge Saavedra González
Decano del Centro de Ciencias Empresariales

Dr. Daniel Eudave Muñoz
Decano del Centro de Ciencias Sociales y Humanidades

M. en C. Jorge Heliodoro García Navarro
Decano del Centro de las Artes y la Cultura

CONSEJO EDITORIAL

- Dr. Francisco Cervantes Pérez
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
- Dr. Alfredo Feria Velasco
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
- Dr. Luis Miguel García Segura
INSTITUTO CAJAL
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS,
MADRID, ESPAÑA
- Dr. Frank Marcano Requena
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
- Dr. Javier de Felipe Oroquieta
INSTITUTO CAJAL
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS,
MADRID, ESPAÑA
- Dr. Philippe Poujeol
UNIVERSIDAD DE NIZA-SOPHIA, ANTIPOLIS FRANCESA
LABORATORIO DE FISIOLÓGIA CELULAR Y MOLECULAR
- Dr. José Luis Reyes Sánchez
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL IPN
DEPTO. DE FISIOLÓGIA, BIOFÍSICA Y NEUROCIENCIAS

COMITÉ EDITORIAL

- Dr. Jaime Raúl Bonilla Barbosa
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
- Dr. Juan Carlos A. Jáuregui Correa
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE INGENIERÍA
- Dra. Edith R. Jiménez Huerta
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS ECONÓMICO
ADMINISTRATIVAS
- Dra. María J. Rodríguez-Shadow
INSTITUTO NACIONAL DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA
DIRECCIÓN DE ETNOLOGÍA Y ANTROPOLOGÍA SOCIAL
- Dr. Óscar Alejandro Viramontes Olivas
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN SOCIAL Y ADMINISTRATIVO
Y SUSTENTABLE
- Dra. Mineko Shibayama
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL IPN
DEPARTAMENTO DE INFECCIONICA Y PATOGENESIS MOLECULAR

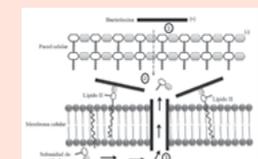
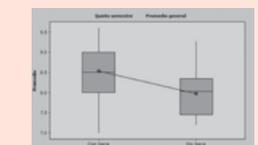
Mtra. Rosa del Carmen Zapata
DEPARTAMENTO DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN
• Editor

Lic. Sandra Margarita Ruiz Guerra
• Asistente

CONTENIDO

| INVESTIGACIÓN | Págs. |
|---|-------|
| <p>CIENCIAS AGROPECUARIAS</p> <ul style="list-style-type: none"> Cuantificación de enzimas asociadas a la resistencia de insecticidas en <i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc) de la zona papera de Coahuila y Nuevo León, México Ernesto Cerna Chávez Omegar Hernández Bautista Jerónimo Landeros Flores Yisa María Ochoa Fuentes | 5-12 |
| <p>CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS</p> <ul style="list-style-type: none"> Influencia de los ciclones tropicales del periodo de 1970 al 2010 en la región de Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, México Julio César Morales Hernández Luis Manuel Farfán Molina Fátima Maciel Carrillo González Víctor Manuel Cornejo López Jorge Téllez López | 13-24 |
| <p>INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍAS</p> <ul style="list-style-type: none"> Plastificado higro-térmico de madera de <i>Quercus scotyphylla</i> Joel Benancio Olguín Cerón Javier Ramón Sotomayor Castellanos | 25-33 |
| <p>CIENCIAS DE LA SALUD</p> <ul style="list-style-type: none"> Uso de una guía de alimentación en pacientes con Síndrome Metabólico. Guía alimentaria en Síndrome Metabólico Martha Gabriela Campos Mondragón Margarita Colina González | 34-40 |
| <p>CIENCIAS ECONÓMICAS, SOCIALES Y HUMANIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> Análisis del efecto de las becas económicas en el rendimiento escolar en una institución de nivel medio superior Eduardo Martínez Mendoza Roberto Martínez Mendoza | 41-47 |
| <ul style="list-style-type: none"> Aseadores de calzado en la vía pública. Un estudio de caso para la ciudad de Monterrey, Nuevo León, México Jesús Rubio Campos | 48-56 |
| <p>ARTÍCULOS DE REVISIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> Factores que influyen en la prevención y tratamiento efectivo de la obesidad infantil Octelina Castillo Ruiz Simón Josías Téllez Luis Guadalupe Concepción Rodríguez Castillejos | 57-63 |
| <ul style="list-style-type: none"> Bacteriocinas: características y aplicación en alimentos Guadalupe Mondragón Preciado Pilar Escalante Minakata Juan Alberto Osuna Castro Vrani Ibarra Junquera Jesús Antonio Morlett Chávez Cristóbal Noé Aguilar González Raúl Rodríguez Herrera | 64-70 |

| Localidad | N | O | Altitud | Propiedades |
|-----------|------------------|-------------------|---------|-------------|
| 1 | 25° 16' 28.50" N | 100° 47' 19.87" O | 2023 | madera |
| 2 | 25° 16' 10.96" N | 100° 45' 48.31" O | 2023 | madera |
| 3 | 25° 19' 29.39" N | 100° 44' 14.51" O | 1980 | madera |
| 4 | 25° 2' 49.92" N | 100° 38' 10.08" O | 1877 | madera |
| 5 | 25° 3' 28.32" N | 100° 38' 6.49" O | 1881 | madera |
| 6 | 25° 4' 4.72" N | 100° 37' 45.49" O | 1887 | madera |
| 7 | 25° 2' 18.18" N | 100° 39' 58.50" O | 1984 | madera |
| 8 | 25° 5' 57.49" N | 100° 42' 2.80" O | 1980 | papa |
| 9 | 25° 2' 42.74" N | 100° 38' 53.20" O | 1881 | madera |
| 10 | 24° 59' 41.35" N | 100° 41' 42.23" O | 1885 | madera |
| 11 | 24° 59' 7.38" N | 100° 39' 11.58" O | 1885 | papa |
| 12 | 25° 1' 14.80" N | 100° 38' 13.00" O | 1881 | papa |
| 13 | 25° 0' 38.91" N | 100° 38' 6.26" O | 1883 | papa |
| 14 | 25° 1' 8.72" N | 100° 34' 33.41" O | 1884 | papa |
| 15 | 25° 12' 23.80" N | 100° 41' 31.88" O | 2023 | papa |
| 16 | 24° 57' 42.32" N | 100° 42' 19.72" O | 1875 | madera |
| 17 | 24° 54' 54.84" N | 100° 43' 28.98" O | 1876 | madera |
| 18 | 25° 12' 18.82" N | 100° 46' 23.88" O | 2011 | papa |
| 19 | 25° 1' 30.59" N | 100° 42' 18.87" O | 1883 | madera |
| 20 | 25° 21' 8.35" N | 101° 1' 33.82" O | 1756 | avena |



Cuantificación de enzimas asociadas a la resistencia de insecticidas en *Bactericera cockerelli* (Sulc) de la zona papera de Coahuila y Nuevo León, México

Quantification of enzymes related to resistance of insecticides in *Bactericera cockerelli* (Sulc) from potato-growing regions in Coahuila and Nuevo Leon, Mexico

Ernesto Cerna Chávez¹, Omegar Hernández Bautista¹, Jerónimo Landeros Flores¹, Yisa María Ochoa Fuentes^{1*}

Cerna Chávez, E.; Hernández Bautista, O.; Landeros Flores, J.; Ochoa Fuentes, Y.M., Cuantificación de enzimas asociadas a la resistencia de insecticidas en *Bactericera cockerelli* (Sulc) de la zona papera de Coahuila y Nuevo León, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 59, 5-12, 2013.

RESUMEN

En México, *Bactericera cockerelli* es una plaga primaria en solanáceas. En los últimos años, se ha incrementado el uso de insecticidas para disminuir sus altas densidades; sin embargo, el uso irracional de éstos genera problemas de resistencia, mediante el incremento de enzimas.

En la zona papera de Coahuila y Nuevo León, se desconocen los mecanismos y niveles enzimáticos involucrados en la resistencia a insecticidas por *B. cockerelli*, por lo anterior se determinaron los mecanismos enzimáticos de resistencia en 20 poblaciones de *B. cockerelli*, provenientes de la región papera de Coahuila y Nuevo León. Los resultados mostraron la presencia de todas las enzimas; las β -EST y OX fueron los grupos de enzimas con mayor presencia, por su parte, las GST y ACE no presentaron relevancia como mecanismo detoxificativo.

ABSTRACT

In Mexico, *Bactericera cockerelli* is a main plague in solanaceous crops. In recent years, there has been an increase use of insecticides in order to

Palabras clave: Resistencia, paratíroza, esterases, oxidasas, glutathione s-transferasa, acetilcolinesterasa.

Keywords: Resistance, potato psyllid, esterases, oxidases, glutathione s-transferase, and acetylcholinesterase.

Recibido: 5 de Marzo de 2013, aceptado: 30 de Septiembre de 2013

¹ Departamento de Parasitología, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

* Autor para correspondencia: yisa8a@yahoo.com.

reduce high densities of this plague. Irrational use of these agrochemicals has resulted in insect resistance problems, due to increased production of insecticide detoxifying enzymes esterases (EST), oxidases (OX), glutathione s-transferase (GST) and acetylcholinesterase (ACE). The mechanisms and enzyme levels involved in tolerance to insecticides of *B. cockerelli* from potato-growing regions in Coahuila and Nuevo Leon remain unknown. Therefore, the enzymatic mechanisms for resistance in 20 *B. cockerelli* populations from potato-growing regions in Northeastern Mexico were determined. The results revealed the presence of all enzymes, although β -esterases and oxidases were the groups with a greater presence. On the other hand, glutathione s-transferase and acetylcholinesterase showed little relevance as detoxifying mechanisms.

INTRODUCCIÓN

Bactericera cockerelli (Sulc), conocido como salerillo, es una plaga en cultivo de solanáceas, en Estados Unidos, América Central, Nueva Zelanda y México, siendo esta primaria en la región papera de Coahuila y Nuevo León (Almeyda *et al.*, 2008). Este psílido causa un daño directo al succionar la savia de las plantas y succionar una toxina sistémica (Muyanenza *et al.*, 2007). Además, ocasiona un daño indirecto al ser un transmisor de fitoplasmas (Garzón *et al.*, 2004).

Almeida *et al.* (2008) detectaron la relación de este psílido con el fitoplasma que causa la punta morada de la papa. Recientemente, a este insecto se le ha relacionado como vector de

la bacteria "*Candidatus Liberibacter solanacearum*", dicho agente se encuentra asociado con la enfermedad Zebra chip (papa rayada) (Secor *et al.*, 2009), provocando pérdidas económicas importantes (Vega *et al.*, 2008). Para el control de *B. cockerelli* se han utilizado varias alternativas como el uso de trampas, enemigos naturales, y principalmente la aplicación de productos agroquímicos de manera indiscriminada. En general, los productores de este cultivo realizan de 5 a 30 aplicaciones por temporada (Rubio *et al.*, 2006).

El estudio de casos de resistencia en esta especie son pocos; sin embargo, Liu y Trumble (2004) reportan un incremento en la aplicación de plaguicidas para el control de esta plaga. Berry *et al.* (2009) evaluaron 13 insecticidas reportando controles inferiores a 50%. El uso irracional y elevado número de aplicaciones genera la selección de múltiples mecanismos de resistencia (Lagunes y Villanueva, 1994). La resistencia de tipo fisiológico es la más importante por los sistemas enzimáticos reportados. En los insectos son provocados por la actividad de esterasas detoxificativas, que hidrolizan enlaces ésteres de un amplio rango de insecticidas, comprendidas en familias proteicas pertenecientes a las α y β hidrolasas (Cygler *et al.*, 1993). Por otro lado, en insectos resistentes se muestra una sobreexpresión de los niveles de OX (Carino *et al.*, 1994), que les permite la detoxificación de xenobióticos mediante citocromo P-450 dependiente de las monooxigenasas y GST (Yang *et al.*, 2001); estos últimos presentes en la mayoría de los organismos (Hayes y Pulford, 1995).

Al respecto, Dávila *et al.* (2011) reportan la presencia de una elevada cantidad de enzimas esterasas y oxidasas responsables de la resistencia a productos sintéticos en la región de Arteaga, Coahuila. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue generar información sobre los mecanismos bioquímicos de resistencia en poblaciones de campo de *B. cockerelli* del Norte de México, donde estudios preliminares demuestran la presencia de oxidasas y esterasas como mecanismos de resistencia en esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron muestreos, utilizando una red entomológica para la captura de *B. cockerelli* en las zonas productoras de Coahuila (Huachichil, Emiliano Zapata, el Huizache) y Nuevo León (Navidad, San Rafael, Hediondilla). Asimismo, se

muestreó una población de invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, los adultos se recolectaron de hojas infestadas en cultivos de papa, papa mostrenca y maleza aledaña a los cultivos como: jarilla *Senecio salignus* (Kunth) y cilindrillo *Lycium berlandieri* (Dunal), las muestras se mantuvieron en refrigeración a -2° C, presentando en total 20 poblaciones (Tabla 1).

Cuantificación de proteína

Se empleó la metodología descrita por Bradford (1976) modificada por Brogdon (1984), Brogdon y Barber (1987), se cuantificó la proteína de referencia Albumina sérica bovina. Se colocaron cuatro muestras en tubos eppendorf con uno, tres y siete y 10 insectos adultos con 10 repeticiones, se agregaron 100 μ L de buffer KPO_4 a 0.05 M y 7.2 pH, se trituraron, se aforó a 1 mL para emplearlo como fuente de enzima. Se utilizó una microplaca de 96 pozos, en donde a cada cavidad se colocaron 20 μ L de homogenato, y se agregaron 80 μ L de buffer y 200 μ L de colorante diluido, esto se realizó por triplicado para cada repetición. Se tomaron las lecturas de absorbancia utilizando el filtro de 630 nM y se calcularon los valores de μ g mL^{-1} de proteína comprendidos en el rango de 60 a 140 μ g.

Niveles enzimáticos

Usando la metodología de Fersht (1985), se determinaron los niveles de β -EST, OX, GST y ACE, a partir de la técnica adaptada para mosquitos descrita por Brogdon *et al.* (1997), se utilizaron 200 muestras de insectos, cada una por triplicado, se tomaron las lecturas, las cuales se utilizaron para el análisis de resultados. Empleando el método de Brogdon y Dickinson (1983), se determinaron los niveles de β -EST, se agregaron 100 μ L del homogenato y 100 μ L de β -naftil acetato en cada pozo de la microplaca, se dejó incubar por 10 min, se adicionó 100 μ L de Dianisidina (esto se realizó por duplicado para cada repetición de las 20 localidades) se dejaron incubar durante 2 min, y fueron leídas con un filtro de 540 nm.

En cuanto a las OX, se utilizó la metodología de Brogdon *et al.* (1997), se colocaron 100 μ L del homogenato, se adicionaron 200 μ L de 3,3',5,5'-Tetramethyl-Benzidina Dihydrochloride, y 25 μ L de H_2O_2 a 3%, se dejó incubar por 5 min y se leyó usando un filtro de 620 nm. Para las GST, se utilizó el método de Brogdon y Barber (1990), se colocó 100 μ L del homogenato, adicionando 100 μ L de

Tabla 1. Coordenadas de los 20 sitios de colecta en la región papera

| Localidad | N | O | Altitud | Hospedero |
|-----------|------------------|-------------------|---------|-------------|
| 1 | 25° 16' 25.89" N | 100° 47' 51.81" O | 2063 | maleza |
| 2 | 25° 16' 10.96" N | 100° 45' 48.31" O | 2029 | maleza |
| 3 | 25° 15' 29.39" N | 100° 44' 14.51" O | 1060 | maleza |
| 4 | 25° 2' 45.92" N | 100° 38' 10.08" O | 1877 | mostrenca |
| 5 | 25° 3' 20.32" N | 100° 36' 9.49" O | 1891 | mostrenca |
| 6 | 25° 4' 4.72" N | 100° 37' 45.45" O | 1887 | maleza |
| 7 | 25° 2' 9.16" N | 100° 35' 58.04" O | 1884 | mostrenca |
| 8 | 25° 5' 57.49" N | 100° 47' 2.60" O | 1960 | papa |
| 9 | 25° 2' 45.74" N | 100° 39' 53.37" O | 1881 | mostrenca |
| 10 | 24° 59' 41.35" N | 100° 41' 42.23" O | 1888 | mostrenca |
| 11 | 24° 59' 7.38" N | 100° 39' 11.58" O | 1885 | papa |
| 12 | 25° 1' 3.40" N | 100° 38' 13.05" O | 1881 | papa |
| 13 | 25° 0' 38.91" N | 100° 36' 9.26" O | 1883 | papa |
| 14 | 25° 1' 8.73" N | 100° 34' 33.41" O | 1894 | papa |
| 15 | 25° 12' 23.80" N | 100° 47' 37.16" O | 2032 | papa |
| 16 | 24° 57' 42.32" N | 100° 42' 19.73" O | 1875 | maleza |
| 17 | 24° 54' 54.94" N | 100° 43' 36.96" O | 1870 | maleza |
| 18 | 25° 12' 18.82" N | 100° 46' 32.59" O | 2011 | papa |
| 19 | 25° 1' 35.59" N | 100° 42' 16.67" O | 1833 | mostrenca |
| 20 | 25° 21' 8.35" N | 101° 1' 37.82" O | 1750 | invernadero |

glutatión reducido y 100 µL de 1-cloro-2,4'-dinitro-benceno, se leyó a tiempo cero (T_0), se volvió a leer a los 5 min (T_5) utilizando el filtro de 340 nm, se tomaron las diferencias de ambos tiempos para el análisis de resultados.

Por último, siguiendo la metodología de Brogdon (1988), se determinaron los niveles de ACE, se colocaron 100 µL del homogenato, se agregaron 100 µL de yoduro de acetilcolina al 3.0 mM y 100 µL de ácido 5,5'-ditio-bis-2-nitrobenzoico, se tomó la primera lectura (T_0), se volvió a correr después de 10 min (T_{10}), utilizando el filtro de 414 nm. En cada una de las pruebas se utilizaron cavidades como controles, G10, G11, G12 como control positivo, agregando a cada uno 300 µL de β -naftil, 300 µL de citocromo-C, para β -EST y OX, respectivamente; y H10, H11, H12 como control negativo 300 µL de solución buffer (KPO_4), a excepción de GST, las cuales no se contemplaron controles positivos y negativos, por lo que se dejaron los espacios vacíos.

Análisis de resultados

Se obtuvo la frecuencia de las muestras que superaron el umbral de resistencia de cada población, para cada enzima. Para determinar este umbral, se tomó la mediana, el valor medio entre la máxima y la mínima absorbancia de cada enzima (Jiménez *et al.*, 2010). El porcentaje de resistencia se estimó mediante el número de medias que excedía dicho umbral, y se clasificaron según Montella *et al.* (2007) con pequeñas modificaciones como: "inalterado" de 0-5%, "incipientemente alterado" 6-30%, "moderadamente alterado" de 31-50%, "alterado" de 51-75%, "muy alterado" por arriba de 76%. Se realizó un ANOVA y prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), para conocer la variación en la actividad enzimática en las poblaciones.

RESULTADOS

Para realizar las pruebas bioquímicas, se determinó el número de insectos por muestra, por lo que 10 insectos fueron los requeridos como fuente de enzima, ya que las muestras de 1-7 presentaron

valores por debajo del rango lineal. Para determinar los niveles enzimáticos, mencionaremos que las poblaciones en estudio estuvieron bajo un manejo con insecticidas piretroides, neonicotinoides, fosforados y carbámicos.

Para los niveles enzimáticos de β -EST, se presentaron de forma homogénea, siendo la población 3, la que reportó mayor contenido de éstos, con un valor medio de 3.5061, que corresponde

a una localidad de Emiliano Zapata y la menor fue la población 10, con 2.8896, situada en Navidad (Tabla 2). Las frecuencias de la resistencia mediante β -EST también se comportaron de forma uniforme, ya que sólo las poblaciones 8 y 10 registraron 90% y 70% de la población que superó el umbral, el resto alcanzó 100%, categorizándose a este mecanismo detoxicativo en la zona papera de Coahuila y Nuevo León como "muy alterado".

Tabla 2. Niveles enzimáticos de β -esterasas y frecuencias de resistencia en poblaciones de *B. cockerelli*, en la zona papera de Coahuila y Nuevo León

| Niveles enzimáticos de β -esterasas | | | | | |
|---|----------------------|------------------|------|----------------------|------------------|
| Pob. | Abs \pm S.D. * | F.R. 2.744** | Pob. | Abs \pm S.D. | F.R. 2.744** |
| 1 | 3.5003 \pm 0.01 a | 100 ⁵ | 11 | 3.4817 \pm 0.03 ab | 100 ⁵ |
| 2 | 3.4916 \pm 0.03 a | 100 ⁵ | 12 | 3.3855 \pm 0.23 ab | 100 ⁵ |
| 3 | 3.5061 \pm 0.01 a | 100 ⁵ | 13 | 3.4850 \pm 0.02 a | 100 ⁵ |
| 4 | 3.4960 \pm 0.02 a | 100 ⁵ | 14 | 3.4875 \pm 0.02 a | 100 ⁵ |
| 5 | 3.5057 \pm 0.01 a | 100 ⁵ | 15 | 3.4937 \pm 0.02 a | 100 ⁵ |
| 6 | 3.4375 \pm 0.07 ab | 100 ⁵ | 16 | 3.4961 \pm 0.02 a | 100 ⁵ |
| 7 | 3.4940 \pm 0.02 a | 100 ⁵ | 17 | 3.4840 \pm 0.01 ab | 100 ⁵ |
| 8 | 3.3545 \pm 0.49 b | 90 ⁵ | 18 | 3.4582 \pm 0.11 ab | 100 ⁵ |
| 9 | 3.4985 \pm 0.03 a | 100 ⁵ | 19 | 3.4922 \pm 0.01 a | 100 ⁵ |
| 10 | 2.8896 \pm 0.03 c | 70 ⁵ | 20 | 3.4800 \pm 0.02 a | 100 ⁵ |

*: Valores con diferentes letras son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$); Abs: absorbancias; S.D.: desviación estándar; F.R.: frecuencia de resistencia; 5: muy alterado; **: umbral de resistencia.

Para el caso de OX (Tabla 3), presentaron una frecuencia de 70.5% del total de las poblaciones que superaron el umbral, siendo el segundo mecanismo detoxicativo en la zona. Para las poblaciones 8 y 12 están categorizadas como "inalterado"; siendo la población 4 (1.2257) quien registró los más altos valores de OX, seguido de las poblaciones 13 y 14 (3.4850 y 3.4875), con una distancia de 6.5 km entre puntos de muestreo.

Para la GST sólo 1.5% de las poblaciones superaron el umbral de resistencia (Tabla 4). La ACE presentó 33.5% como frecuencia de resistencia. Sin embargo, de las 20 poblaciones, la 7, 14 y 15 clasificadas como "muy alterado" (Tabla 5), de los cuales 7 y 14 pertenecen a San Rafael, Nuevo León y la 15 corresponde a la localidad de Huachichil, con una distancia promedio entre ellos de 4.5 km.

DISCUSIÓN

Respecto a la fuente de enzima, Bradford (1976) menciona que valores fuera del rango no son confiables para la cuantificación de proteína en tejidos. Para los niveles enzimáticos de β -EST, se presentaron de forma homogénea al igual que las frecuencias de la resistencia mediante β -EST, categorizándose a este mecanismo detoxicativo como "muy alterado", de acuerdo a Montella *et al.* (2007). En estudios similares, Flores *et al.* (2006) determinaron frecuencias de resistencia de 100% en mosquitos *Aedes aegypti* (Linnaeus) relacionadas a enzimas (α y β -EST) en poblaciones que han estado expuestas a productos piretroides. Asimismo, Ponce *et al.* (2009) reportaron que las β -EST son el mecanismo que registra los valores más altos en adultos de *Aedes albopictus* (Skuse), expuestos piretroides y organoclorados.

Debido a lo anterior, estas enzimas son las responsables de la resistencia, a través de la detoxificación de organofosforados y carbamatos (Pasteur y Raymond, 1996). Asimismo, otros autores mencionan que su actividad también está asociada con resistencia a piretroides (Brogdon

Tabla 3. Niveles enzimáticos de oxidasas y frecuencias de resistencia en poblaciones de *Bactericera cockerelli*, en la zona papera de Coahuila y Nuevo León

| Niveles enzimáticos de oxidasas | | | | | |
|---------------------------------|--------------------|------------------|------|--------------------|------------------|
| Pob. | Abs ± S.D. * | F.R. 0.445** | Pob. | Abs ± S.D. * | F.R. 0.445** |
| 1 | 0.8348 ± 0.14 ef | 40 ³ | 11 | 0.9914 ± 0.12 bcde | 90 ⁵ |
| 2 | 0.8559 ± 0.26 de | 60 ⁴ | 12 | 0.5795 ± 0.05 gh | 0 ¹ |
| 3 | 0.9783 ± 0.13 bcde | 70 ⁴ | 13 | 1.0726 ± 0.13 abc | 100 ⁵ |
| 4 | 1.2257 ± 0.10 a | 100 ⁵ | 14 | 1.0112 ± 0.06 abce | 100 ⁵ |
| 5 | 0.9180 ± 0.14 bcde | 60 ⁴ | 15 | 0.9622 ± 0.06 bcde | 90 ⁵ |
| 6 | 1.1100 ± 0.10 ab | 100 ⁵ | 16 | 0.8820 ± 0.10 cde | 70 ⁴ |
| 7 | 0.8746 ± 0.16 cde | 50 ³ | 17 | 1.0401 ± 0.11 abcd | 100 ⁵ |
| 8 | 0.4243 ± 0.08 h | 0 ¹ | 18 | 0.9408 ± 0.11 bcde | 80 ⁵ |
| 9 | 0.9898 ± 0.12 bcde | 90 ⁵ | 19 | 1.0601 ± 0.07 abc | 100 ⁵ |
| 10 | 1.1029 ± 0.09 ab | 100 ⁵ | 20 | 0.6396 ± 0.14 fg | 10 ² |

*: Valores con diferentes letras son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$); Abs: absorbancias; S.D.: desviación estándar; F.R.: frecuencia de resistencia; 1: inalterado; 2: ligeramente alterado; 3: moderadamente alterado; 4: alterado; 5: muy alterado; **: umbral de resistencia.

Tabla 4. Niveles enzimáticos de glutations-transferasas y frecuencias de resistencia en poblaciones de *Bactericera cockerelli*, en la zona papera de Coahuila y Nuevo León

| Niveles enzimáticos de glutations-transferasas | | | | | |
|--|---------------------|-----------------|------|---------------------|-----------------|
| Pob. | Abs ± S.D. * | F.R. 0.084** | Pob. | Abs ± S.D. * | F.R. 0.084** |
| 1 | 0.0272 ± 0.01 cde | 0 ¹ | 11 | 0.0416 ± 0.01 abcd | 0 ¹ |
| 2 | 0.0188 ± 0.01 de | 0 ¹ | 12 | 0.0397 ± 0.04 abcd | 10 ² |
| 3 | 0.0151 ± 0.01 de | 0 ¹ | 13 | 0.0559 ± 0.01 ab | 0 ¹ |
| 4 | 0.0175 ± 0.01 de | 0 ¹ | 14 | 0.0568 ± 0.02 a | 10 ² |
| 5 | 0.0505 ± 0.01 abc | 0 ¹ | 15 | 0.0304 ± 0.01 abcde | 0 ¹ |
| 6 | 0.0285 ± 0.02 bcde | 0 ¹ | 16 | 0.0221 ± 0.01 de | 0 ¹ |
| 7 | 0.0253 ± 0.01 cde | 0 ¹ | 17 | 0.0558 ± 0.02 ab | 10 ² |
| 8 | 0.0235 ± 0.01 cde | 0 ¹ | 18 | 0.0280 ± 0.01 bcde | 0 ¹ |
| 9 | 0.0368 ± 0.02 abcde | 0 ¹ | 19 | 0.0217 ± 0.01 de | 0 ¹ |
| 10 | 0.0159 ± 0.01 de | 0 ¹ | 20 | 0.0111 ± 0.01 e | 0 ¹ |

*: Valores con diferentes letras son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$); Abs: absorbancias; S.D.: desviación estándar; F.R.: frecuencia de resistencia; 1: inalterado; 2: ligeramente alterado; **: umbral de resistencia.

Tabla 5. Niveles enzimáticos de acetilcolinesterasa y frecuencias de resistencia en poblaciones de *Bactericera cockerelli*, en la zona papera de Coahuila y Nuevo León

| Niveles enzimáticos de acetilcolinesterasa | | | | | |
|--|--------------------|------------------|------|-------------------|------------------|
| Pob. | Abs ± S.D. * | F.R.% 0.850** | Pob. | Abs ± S.D. * | F.R.% 0.850** |
| 1 | 0.0423 ± 0.01 g | 0 ¹ | 11 | 0.4686 ± 0.09 bcd | 60 ⁴ |
| 2 | 0.0222 ± 0.01 g | 0 ¹ | 12 | 0.5105 ± 0.01 abc | 70 ⁴ |
| 3 | 0.0348 ± 0.01 g | 0 ¹ | 13 | 0.4499 ± 0.09 bcd | 20 ² |
| 4 | 0.0058 ± 0.01 g | 0 ¹ | 14 | 0.5353 ± 0.01 ab | 100 ⁵ |
| 5 | 0.4383 ± 0.03 bcde | 40 ³ | 15 | 0.5706 ± 0.07 ab | 100 ⁵ |
| 6 | 0.3740 ± 0.08 cde | 20 ² | 16 | 0.3444 ± 0.16 def | 30 ³ |
| 7 | 0.5656 ± 0.09 ab | 100 ⁵ | 17 | 0.2095 ± 0.11 f | 10 ² |
| 8 | 0.6091 ± 0.19 a | 70 ⁴ | 18 | 0.0196 ± 0.01 g | 0 ¹ |
| 9 | 0.4604 ± 0.09 bcd | 50 ⁵ | 19 | 0.0143 ± 0.01 g | 0 ¹ |
| 10 | 0.2365 ± 0.07 ef | 0 ¹ | 20 | 0.0230 ± 0.01 g | 0 ¹ |

*: Valores con diferentes letras son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$); Abs: absorbancias; S.D.: desviación estándar; F.R.: frecuencia de resistencia; 1: inalterado; 2: ligeramente alterado; 3: moderadamente alterado; 4: alterado; 5: muy alterado; **: umbral de resistencia.

y Barber, 1990; Flores *et al.*, 2006), tales como la bifentrina y λ -cyhalotrina (Yang *et al.* 2001).

Para el caso de OX, fue el segundo mecanismo detoxificativo en la zona, Riley *et al.* (2000) reportan las esterasas como el principal mecanismo de resistencia en poblaciones de insectos expuestos a piretroides, también involucran al sistema oxidativo. Los altos valores de oxidasas posiblemente se debe a las repetidas aplicaciones de abamectina en San Rafael, Nuevo León; según Clark *et al.* (1994), las enzimas oxidativas son el principal mecanismo fisiológico de resistencia a la abamectina.

La GST, en la zona papera de Coahuila y Nuevo León, no es un factor determinante para la presencia de resistencia de *B. cockerelli*, en concordancia con los resultados obtenidos por Díaz *et al.* (2004) y Landeros *et al.* (2010), utilizando esta misma metodología, reportaron una baja presencia de GST en mosquitos y *Tetranychus urticae* (KOCH), respectivamente. Una de las posibles razones de encontrar bajos niveles de GST, es que estas enzimas están involucradas en la resistencia a insecticidas organofosforados (Ortelli *et al.*, 2003); sin embargo, la elevada producción de β -EST en un organismo es más afín a este grupo toxicológico (Bisset *et al.*, 2001). Para este estu-

dio se encontró un coeficiente de variación muy elevado (56.3%), indicando que dentro de cada población el contenido de GST es heterogéneo resultado de la variabilidad de los individuos para la producción de esta enzima, probablemente se debe a la ausencia de organoclorados, ya que este sistema enzimático provee la forma más importante de resistencia metabólica en insectos a estos plaguicidas través de la dehidroclorinación (Ortelli *et al.*, 2003).

Para la ACE no presentó valores elevados, por lo que podemos considerar como un mecanismo enzimático no importante en el desarrollo de resistencia de *B. cockerelli* en la región agrícola en estudio.

CONCLUSIONES

En la zona papera de Coahuila y Nuevo León, las β - esterasas y oxidasas son las enzimas con mayor presencia, responsables de la resistencia en *B. cockerelli*. Por su parte, glutathion s-transferasa y acetilcolinesterasa no presentan relevancia como mecanismo detoxificativo, por lo que se propone reducir las aplicaciones de productos organofosforados y carbamatos, así como disminuir los intervalos de aplicación para el caso de los piretroides.

LITERATURA CITADA

- ALMEYDA, L. I.; SÁNCHEZ, S. J.; GARZÓN, T. J., Vectores causantes de punta morada en Coahuila y Nuevo León, México. *Agricultura técnica en México*, 32(2): 141-150, 2008.
- BERRY, N. A.; WALKER, M. K.; BUTLER, R. C., Laboratory studies to determine the efficacy of selected insecticides on tomato/potato psyllid. *New Zealand Plant Protection*, 62: 145-151, 2009.
- BISSET, J. A.; RODRÍGUEZ, M. M.; MOLINA, D.; DÍAZ, C.; SOCA, L. A., Esterasas elevadas como mecanismo de resistencia a insecticidas organofosforados en cepas de *Aedes aegypti*. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 53(1): 37-43, 2001.
- BRADFORD, M. M., A rapid and sensitive method for quantification of microgram quantities of protein utilizing the principles of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72: 248-254, 1976.
- BROGDON, W. G.; DICKINSON, M. C., A microassay system for measuring esterase activity and protein concentration in small samples and in high-pressure liquid chromatography eluate fractions. *Analytical Biochemistry*, 131: 499-503, 1983.
- BROGDON, W. G., Mosquito protein microassay-1, protein determinations from small portions of single-mosquito homogenates. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 79: 457-459, 1984.
- BROGDON, W. G., Microassay of acetylcholinesterase activity in small portions of single mosquito homogenates. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 90: 145-150, 1988.
- BROGDON, W. G.; BARBER, A. M., Microplate assay of acetylcholinesterase inhibition kinetics in single mosquitoes homogenates. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 29: 252-259, 1987.
- BROGDON, W. G.; BARBER, A. M., Microplate assay of glutathione s-transferase activity for resistance detection in single mosquito triturates. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 96: 339-342, 1990.
- BROGDON, W. G.; McALLISTER, J. C.; VULULE, J., Hemeperoxidase activity measured in single mosquitoes identifies individuals expressing an elevated oxidase for insecticide resistance. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 13: 233-237, 1997.
- CARINO, F. A.; KOENER, J. F.; PLAPP, F. W.; FEYEREISEN, R., Constitutive overexpression of the cytochrome P450 gene Cyp6A1 in a house fly strain with metabolic resistance to insecticides. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 24: 411-418, 1994.
- CLARK, J. M., SCOTT, J. G.; CAMPOS, F.; BLOOMQUIST, J. R., Resistance to avermectins: Extent, mechanisms and management implications. *Annual Review Entomology*, 40: 1-30, 1994.
- CYGLER, M.; SCHRAG, J. D.; SUSSMAN, J. L.; HAREL, M.; SILMAN, I.; GENTRY, M. K., Relationship between sequence conservation and three-dimensional structure in a large family of esterases, lipases and related proteins. *Protein Science*, 2: 366-382, 1993.
- DÁVILA, M.M.D.; CERNA, CH. E.; AGUIRRE, U. L. A.; GARCÍA M. O.; OCHOA F. Y M.; GALLEGOS, M. G.; LANDEROS, F. J. Susceptibilidad y mecanismos de resistencia a insecticidas en *Bactericera cockerelli* (sulc) en Coahuila. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(6): 1145-1155.
- DÍAZ C.; RODRÍGUEZ, M. M.; FRESNEDA, M.; BISSET, J. A., Determinación de la actividad glutatión-s-transferasa en cepas de *Culex quinquefasciatus* de Cuba y otros países de América Latina. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 56(2): 111-116, 2004.
- FERSHT, A., Measurement and magnitude of enzymatic rate constants. In: *Enzyme Structure and Mechanism*, 2 ed. New York. W. H.: Freeman and Company, pp. 121-124, 1985.
- FLORES, E. A.; GRAJALES, J. S.; FERNÁNDEZ, I. S.; PONCE, G. G.; LOAIZA, M. H. B.; LOZANO, S.; BROGDON, W. G.; BLACK IV, W. C.; BEATY, B., Mechanisms of insecticide resistance in field populations of *Aedes aegypti* (L.) from Quintana Roo, Southern Mexico. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 22: 672-677, 2006.
- GARZÓN, T. J. A.; BÚJANOS, R.; VELARDE, F. S.; MARÍN, J. A.; PARGA, V. M.; AVILÉS, M. C.; ALMEIDA, H. I. SÁNCHEZ, A. J.; MARTÍNEZ, J. L., *Bactericera* vector de fitoplasmas en México, pp. 91-114. En: Flores, O. A y Lira R. H. (Eds), *Detección, diagnóstico y manejo de la enfermedad punta morada de la papa*. España: Parnaso, 2004.
- HAYES, J. D.; PULFORD, D. J., The glutathione s-transferase supergene family: regulation of GST and the contribution of the isoenzymes to cancer chemoprotection and drug resistance. *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology*, 30: 445-600, 1995.
- JIMÉNEZ, C. R., Determinación de la tolerancia a insecticidas de diferente grupo toxicológico del psílido de la papa *Bactericera cockerelli* SULC (Hemiptera:Triozidae). Tesis de Maestría Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México, 2010.

- LAGUNES, T. A.; VILLANUEVA, J. A., *Toxicología y manejo de insecticidas*. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, México, 1994.
- LANDEROS, J.; AIL, C.; CERNA, E.; OCHOA, Y.; GUEVARA, L.; AGUIRRE, L., Susceptibilidad y mecanismos de resistencia de *Tetranychus urticae* en rosal de invernaderos. *Revista Colombiana de Entomología*, 36(1): 5-9, 2010.
- LIU, D.; TRUMBLE, J. T., Comparative fitness of invasive and native populations of the potato psyllid (*Bactericera cockerelli*). *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 123: 35-42, 2007.
- MONTELLA, I. R.; MARTINS, A. J.; FERNÁNDEZ, V.; PEREIRA, L. B.; BRAGA, I. A.; VALLE, D., Insecticide resistance mechanism of Brazilian *Aedes aegypti* populations from 2001-2004. *The American Journal of Tropical Medical and Hygiene*, 77: 467-477, 2007.
- MUNYANEZA J. E.; CROSSLIN, J. M.; UPTON, J. E. Association of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae) with "Zebra Chip" a new potato disease in Southwestern United States and México. *Journal of Economic Entomology*, 100: 656-663, 2007.
- ORTELLI, F.; ROSSITER, L. C.; VONTAS, J.; RANSON, H.; HEMINGWAY, J., Heterologous expression of four glutathione transferase genes genetically linked to a major insecticide-resistance locus from the malaria vector *Anopheles gambiae*. *Biochemical Journal*, 373 (Pt 3): 957-63, 2003.
- PASTEUR, N.; RAYMONDS, M., Insecticide resistance genes in mosquitoes: their mutations, migration and selection in field populations. *Journal of Heredity*, 87: 444-449, 1996.
- PONCE, G. G.; BADI, M.; MERCADO, R.; FLORES, A. E., Esterases in *Aedes albopictus* from Northeastern Mexico. *Southwestern entomologist*, 34(4): 477-484, 2009.
- RILEY, D. G.; TAN, W. J.; WOLFENBARGER, D., Activities of enzymes associated with inheritance of bifenthrin resistance in the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* *Southwestern Entomologist*, 25: 201-211, 2000.
- RUBIO, C. O.; ALMEYDA, I. H.; IRETA, J.; SÁNCHEZ, J. A.; FERNÁNDEZ, R.; BORDON, J. T.; DÍAZ, C.; GARZÓN, J. A.; ROCHA, R.; CADENA, M., Distribución de la punta morada y *Bactericera cockerelli* Sulc. en las principales zonas productoras de papa en México. *Agricultura Técnica en México*, 32(2): 201-211, 2006.
- SECOR, G. A.; RIVERA, V. V.; ABAD, J. A.; LEE, I. M.; CLOVER, G. R.; LIEFTING, L. W.; LIU, X.; DE BOER, S. H., Association of *Candidatus Liberibacter solanacearum* with zebra chip disease of potato established by graft and psyllid transmission, electron microscopy, and PCR. *Plant Disease*, 93: 574-583, 2009.
- VEGA, G.; RODRÍGUEZ, M.; DÍAZ, G.; BUJANOS, M.; MOTA, S.; MARTÍNEZ, C.; LAGUNES, T.; GARZÓN, T., Susceptibilidad a insecticidas en dos poblaciones mexicanas del salerillo, *Bactericera cockerelli* (sulc) (Hemiptera: Triozidae). *Agrociencia*, 32(4): 463-471, 2008.
- YANG, X.; MARGOLIES, D. C.; ZHU, K. Y.; BUSCHMAN, L. L. Host plant-induced changes in detoxification enzymes and susceptibility to pesticides in the twospotted spider mites (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 94: 381-387, 2001.

Influencia de los ciclones tropicales del periodo de 1970 al 2010 en la región de Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, México

Influence of the tropical cyclones between the period of 1970-2010 at the region of Banderas Bay, Nayarit-Jalisco, Mexico

Julio César Morales Hernández^{1*}, Luis Manuel Farfán Molina², Fátima Maciel-Carrillo González³, Víctor Manuel Cornejo López³, Jorge Téllez López³

Morales Hernández, J. C.; Farfán Molina, L. M.; Maciel-Carrillo González, F. M.; Cornejo López, V. M.; Téllez López, J., Influencia de los ciclones tropicales del periodo de 1970 al 2010 en la región de Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 59, 13-23, 2013.

RESUMEN

La presencia de los ciclones tropicales en México va en aumento, probablemente debido a los eventos generados por el cambio climático. Para Bahía de Banderas los efectos de manera directa e indirecta han dejado grandes pérdidas económicas y ambientales. El objetivo de este texto es analizar la presencia de los ciclones tropicales de 1970-2010. De acuerdo a los registros, este periodo ha sido el más activo en la región. Se realizó un análisis de la cantidad máxima registrada de precipitación durante el arribo o cercanía del fenómeno meteorológico; además, se realizó un mapa del paso de los ciclones tropicales. Con los datos obtenidos por el Integrated Data Viewer de las imágenes satelitales, se obtuvieron mapas de impactos en la zona costera de Bahía de Banderas. En el análisis se observa que ningún ciclón tropical entró directamente a la región, pero sus efectos fueron muy relevantes, tomando en cuenta la topografía, el cambio de uso de suelo y la vulnerabilidad.

Palabras clave: Ciclón tropical, cambio climático, Zona Costera, Bahía de Banderas.

Keywords: Tropical cyclone, climate change, Seaside Resort, Bahia de Banderas.

Recibido: 4 de Marzo de 2013, aceptado: 27 de Agosto de 2013

¹ Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara.

² CICESE, Unidad La Paz.

³ Departamento de Ciencias Exactas, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara.

* Autor para correspondencia: cesarmorales_bemarena@hotmail.com

ABSTRACT

The presence of tropical cyclones in Mexico is increasing, probably because of the events generated by climate change. For Banderas Bay, the effects of these climatic changes have left direct and indirect economic and environmental losses. The objective of this paper is to analyze the presence of tropical cyclones from 1970 to 2010. According to records, this period has been the most active in the region. An analysis of the maximum amount of precipitation recorded during the arrival or proximity of weather phenomenon was done, as well as a map of the passage of tropical cyclones. With the data obtained by the Integrated Data Viewer satellite images, maps were obtained regarding the coastal impacts of Banderas Bay. The analysis shows that no tropical cyclone entered directly to the region, but its effects were very relevant, taking into account the topography, land use change and vulnerability.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a los estudios recientes, se evidencia que estos meteoros se han incrementado en frecuencia y/o intensidad, probablemente debido a un cambio climático global (Solano, 2011; Farfán, 2013). México es un país vulnerable al impacto de los ciclones tropicales (CT) que se generan tanto en el Océano Atlántico como en el Pacífico (SEMARNAT, 2008); sin embargo, en nuestro país no se muestra esta tendencia con claridad. Aunque en el Pacífico se genera la mayor densidad de CT, por las circulaciones oceánicas y atmosféricas, és-

tos tienden a alejarse de las costas mexicanas, no ocurriendo así para el Atlántico. Tal vez por esta razón los estados con mayor impacto son Baja California Sur, Sinaloa, Quintana Roo y Tamaulipas (Díaz, 2010).

Es un hecho que algunos de estos fenómenos, cuando suelen ser muy intensos, son los que provocan mayores desastres en cada temporada y no solamente donde impacta el centro del huracán, ya que en muchas ocasiones son mayores las afectaciones en las zonas aledañas a lo largo de su trayectoria en tierra firme. Un ejemplo claro es la región de Bahía de Banderas (BadeBa), con el impacto del Huracán Kenna (25 de octubre del 2002). Aun cuando el huracán no entró en la región, sus daños fueron potenciales, afectando vidas humanas y ocasionando enormes daños a la infraestructura turística, la agricultura y la ganadería. Cada año, en las costas del Océano Pacífico Mexicano se registran alrededor de 20 CT, los cuales durante los últimos años se han incrementado hasta alcanzar un promedio de 22 (Prieto 1993; SMN, 1998).

De acuerdo al registro de los eventos hidrometeorológicos del Océano Pacífico que tiene desde 1949 el Centro Nacional de Huracanes (NHC - National Hurricane Center de Miami), se identificaron los meteoros cuyo centro pasaron cerca de la región BadeBa (Tabla 1). Hasta la fecha, ningún CT ha entrado a la región, pero no se descarta la posibilidad de que se dé tal situación, pues la BadeBa es frecuentemente amenazada por el posible arribo de alguno de estos sistemas, en donde la mayoría de ellos provienen de los mares del Pacífico Sur Mexicano, que es la Zona Ciclogénica más activa del mundo (Comejo-López, 2005). En el presente trabajo se analiza la presencia de los CT de 1970 al 2010, que hayan pasado por la región de BadeBa o cerca de ésta, y que hayan influido de manera significativa con precipitación en la misma zona. De acuerdo a los registros, este periodo ha sido activo en cuanto a CT en las costas del Norte de Jalisco y Sur de Nayarit, los cuales fueron Eugene 1987, Calvin 1993, Hernán 1996, Norman 2000, Julio 2002 y Kenna 2002.

Área de estudio

La zona de estudio corresponde a la región de BadeBa, la cual se encuentra en la unión de los estados de Nayarit y Jalisco; forma parte de la Planicie Costera del Pacífico Mexicano. Al Sureste está rodeada de montañas con una altura máxi-

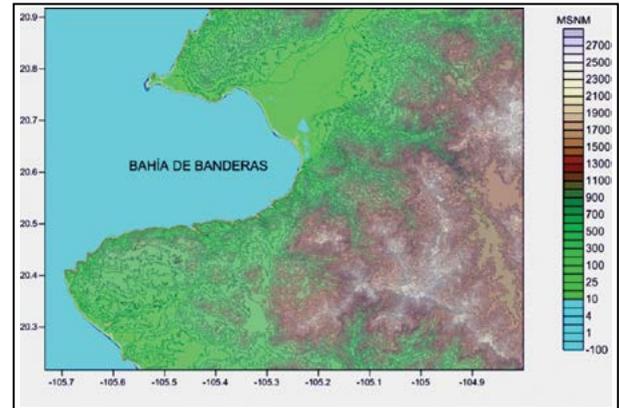


Figura 1. Zona de estudio de la Región de Bahía de Banderas. Fuente: INEGI. Elaboró: Morales, 2009.

ma de 1,500 m; al Norte existen lomas con elevaciones que van de 500 a 700 m. Entre éstas fluye el río Ameca, que es el más grande de la región, generando un valle de alrededor de 15 km de ancho, el cual desemboca a unos 10 km al Norte de la ciudad de Puerto Vallarta, ver Figura 1.

La región de estudio está cubierta, principalmente, por bosque tropical subcaducifolio, que debido a las limitaciones de agua, la mitad del arbolado pierde sus hojas en el periodo de sequía. Las dimensiones de los árboles son medianas y su altura oscila entre 20 y 30 metros (FAO, 2003).

El clima de la región es cálido y cálido subhúmedo Aw1 y Aw2, de acuerdo con la clasificación de Köpen, lo que corresponde a los más húmedos de los subhúmedos. La temperatura media anual es de 26.9 °C, siendo febrero el mes más frío con 15.4 °C, y julio a octubre la temperatura más cálida con una media de 28 °C y una máxima promedio de 30 °C. La precipitación media anual, en la zona, es de 1000 a 1500 mm (CEDESTUR-CCEB-AEBB, 2001), precipitación máxima mensual de 230 mm en junio y julio, de acuerdo con los datos provenientes de estaciones meteorológicas en Punta de Mita y en Mismaloya (Plata-Rosas, 2007).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para cumplir con el objetivo planteado, se analizaron los registros de los ciclones tropicales del Pacífico desde 1970-2010, obtenidos del *National Weather Service* de los EEUU (www.weather.unisys.com), a partir de los registros del NHC, y se identificaron las lluvias asociadas al arribo de los CT en la región de BadeBa. De

las estaciones climatológicas de la Comisión Nacional del Agua (CNA) ubicadas en la región, se realizó un análisis conjunto de la cantidad máxima registrada de precipitación durante el arribo o cercanía del fenómeno meteorológico (Tabla 1). Se muestran los principales CT que pasaron cerca la región de BadeBa.

Se trabajó con los últimos 6 de la tabla anterior, de los cuales se disponen de imágenes del *Geostationary Operational Environmental Satellite-10* (GOES-10) y sus trayectorias (ver Figura 2).

Las imágenes satelitales permitieron identificar las pautas con alto nivel de humedad y la estructura de la cubierta de nubes. Esto incluye imágenes de canales de infrarrojo y vapor de agua con una resolución de 4 y 8 km, respectivamente. La información adicional sobre la estructura tridimensional de gran escala en el flujo se obtiene por el análisis de la cuadrícula del Modelo de Pronóstico Global (por sus siglas en inglés *GFS, Global Forecasting System*). Este modelo es operado por los EE.UU. en los Centros Nacionales

de Predicción Ambiental (NCEP), y los análisis están disponibles en una resolución de cuadrícula de 100 km (Farfán *et al.*, 2006) (ver Figura 3).

Con la base de datos de las imágenes satelitales, se incorporaron al programa IDV. Éste es una pantalla de ciencias de la Tierra, que permite el análisis estándar que muestran otros programas en Unidata como GEMPAK y McIDAS. Reúne la capacidad de visualizar y trabajar con imágenes de satélite, datos reticulados, observaciones de superficie, sondas de balón, datos de radar, perfiles de la red de datos de la NOAA y datos de salida de la predicción numérica de los Modelos GFS, NWS WSR-88D Nivel II y Nivel III, todo dentro de una interfaz unificada. También proporciona vistas en 3-D del sistema terrestre, y permite a los usuarios sondear de manera conjunta los datos, la creación de secciones transversales, perfiles, animaciones y valor de unas lecturas de multidimensionales. Posteriormente, se obtuvieron los datos de precipitación (Tabla 3) de las estaciones climatológicas ubicadas en la región de estudio (Tabla 2).

Tabla 1. Ciclones tropicales que afectaron directa e indirectamente en la Región de Bahía de Banderas

| No. | Año | Nombre | Categoría | Día de impacto | Vientos Máximos | ENOS |
|-----|------|-----------|-----------|---------------------|-----------------|---------|
| 1 | 1970 | Eileen | TT | 26 de junio | 65 KM/H | Niña |
| 2 | 1970 | Lily | H1 | 30 de agosto | 140 KM/H | Niña |
| 3 | 1971 | Bridget | TT | 17 de junio | 85 KM/H | Niña |
| 4 | 1971 | Priscilla | TT | 13 de octubre | 75 KM/H | Niña |
| 5 | 1981 | Otis | TT | 30 de octubre | 100 KM/H | Niño |
| 6 | 1983 | Adolph | TT | 27-28 de mayo | 65 KM/H | Neutral |
| 7 | 1987 | Eugene | H1 | 25 de julio | 148 KM/H | Niño |
| 8 | 1993 | Calvin | H2(TT) | 7-8 de julio | 165(75) KM/H | Neutral |
| 9 | 1996 | Hernán | H1(DT) | 3-4 de octubre | 120 (45) KM/H | Niña |
| 10 | 1998 | Javier | TT | 14 de septiembre | 75 KM/H | Niña |
| 11 | 2000 | Norman | TT(DT) | 20-22 de septiembre | 75(55) KM/H | Niña |
| 12 | 2002 | Julio | TT | 26 de septiembre | 65 KM/H | Niño |
| 13 | 2002 | Kenna | H4 | 25 de octubre | 230 KM/H | Niño |

Fuente: <http://www.csc.noaa.gov>.

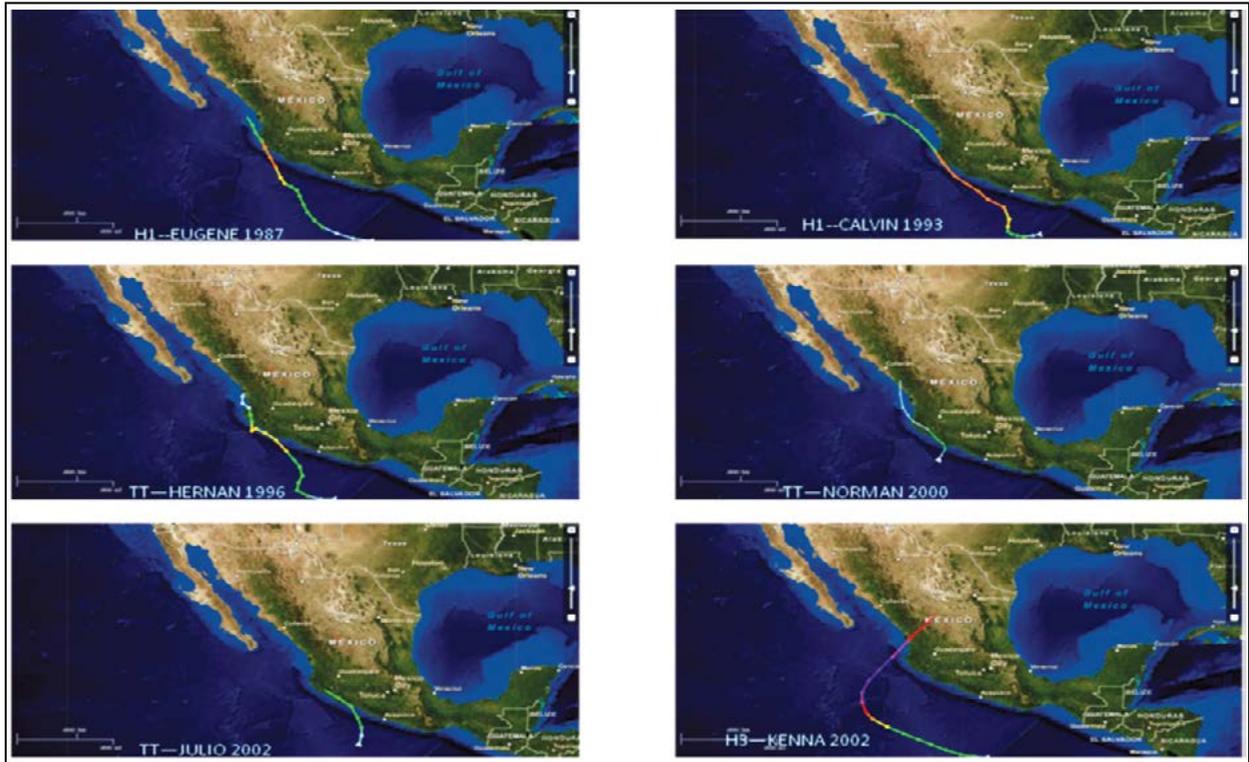


Figura 2. Trayectoria de los ciclones tropicales que impactaron cerca de la región de Bahía de Banderas.
Fuente: <http://www.ncdc.noaa.gov/gibbs>

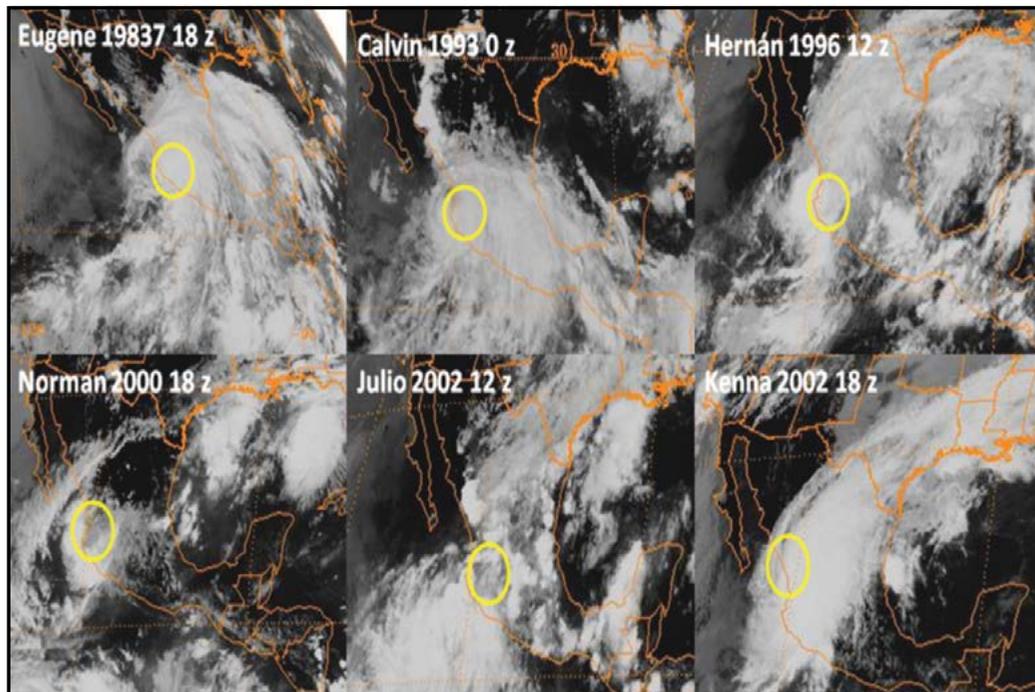


Figura 3. Imágenes del satélite GOES 10 del momento más cercano al impacto de los CT a tierra, y su influencia en la región de Bahía de Banderas.

Fuente: <http://www.nesdis.noaa.gov/>

Tabla 2. Ubicación de las estaciones climatológicas en la región de Bahía de Banderas

| Número | Nombre | Altitud en (MSNM) | Latitud | Longitud |
|--------|--------------------|-------------------|---------|-----------|
| 1 | La Desembocada | 19 | 20.7286 | -105.206 |
| 2 | El Cuale | 53 | 20.5964 | -105.221 |
| 3 | El Tuito | 600 | 20.3197 | -105.3261 |
| 4 | San José del Valle | 20 | 20.7439 | -105.2294 |
| 5 | Bahía de Banderas | 54 | 20.8033 | -105.2461 |

Fuente: SMN.

RESULTADOS

Con los datos obtenidos de las trayectorias, se realizó un mapa del paso de los CT de 1970-2010 en la zona de estudio (ver Figura 4).

Posteriormente, con los datos obtenidos por el IDV de las imágenes satelitales, se obtuvieron mapas de impactos en la zona costera de Bahía de Banderas, y se describe las principales características de cada uno de los fenómenos meteorológicos.

Eugene 1987- 24-26 Julio

Una perturbación tropical se observó, por primera vez, en el oeste del Mar Caribe, la noche del 15 de julio. El sistema se trasladó al oeste, a través América Central, entre el 18 y 20 antes de emer-

Tabla 3. Precipitación máxima registrada durante el día de impacto de los CT que afectaron la zona de Bahía de Banderas

| Año | Nombre | Precipitación registrada y fecha del impacto del CT en la estación | | | | |
|------|-----------|--|------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|
| | | Desembocada | Cuale | Tuito | San Juan de Abajo | Bahía de Banderas |
| 1970 | Eeilen | 60 mm- 24 Junio | N/D | 20 mm- 23 Junio | N/D | N/D |
| 1970 | Lily | 38 mm- 29 Agosto | N/D | 19.5 mm-29 Agosto | 12.4 mm- 28 Agosto | 47.3 mm- 28 Agosto |
| 1971 | Bridget | 37 mm- 17 Junio | N/D | 47 mm- 17 Junio | N/D | N/D |
| 1971 | Priscilla | 5 mm- 14 Octubre | N/D | 11 mm- 15 Octubre | N/D | N/D |
| 1981 | Otis | 4.5 mm- 1 Noviembre | 4 mm- 2 Noviembre | N/D | 7 mm- 1 Noviembre | 13 mm- 30 Octubre |
| 1983 | Adolph | 18 mm- 27 Mayo | 74.5 mm- 27 Mayo | 65 mm- 27 Mayo | 98 mm- 27 Mayo | 61 mm- 27 Mayo |
| 1987 | Eugene | N/D | 19.6 mm- 24 Julio | 21.2 mm- 26 Julio | 17 mm- 26 Julio | N/D |
| 1993 | Calvin | 12.5 mm- 7 Julio | 35.5 mm- 7 Julio | N/D | 4 mm- 7 Julio | 39 mm- 6 Julio |
| 1996 | Hernán | 57 mm- 4 Octubre | 74.5 mm- 3 Octubre | N/D | N/D | 84 mm- 3 Octubre |
| 1998 | Javier | 171 mm-16 Septiembre | 243 mm- 16 Septiembre | 40 mm-15 Septiembre | 160 mm- 16 Septiembre | 84 mm- 16 Septiembre |
| 2000 | Norman | 140 mm- 21 Septiembre | 167 mm- 21 Septiembre | 67 mm- 21 Septiembre | 60.2 mm- 21 Septiembre | 124 mm- 21 Septiembre |
| 2002 | Julio | 25 mm- 25 Septiembre | 25.2 mm- 26 Septiembre | 56 mm- 26 Septiembre | N/D | 25 mm- 25 Septiembre |
| 2002 | Kenna | 20 mm- 25 Octubre | 27 mm- 25 Octubre | 3.5 mm- 25 Octubre | N/D | 63.4 mm- 25 Octubre |

Fuente: SMN.

N/D no hay datos registrados.

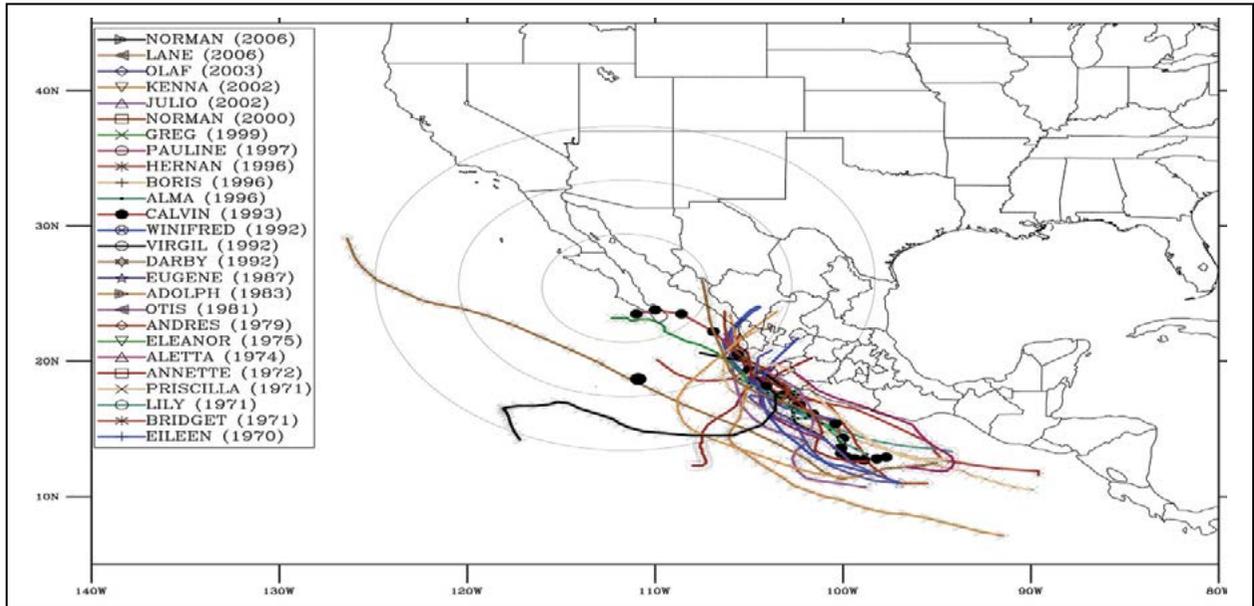


Figura 4. Influencia de ciclones tropicales en la región de Bahía de Banderas en el periodo de 1970-2006.

Fuente: NHC. Elaboró: Morales, 2011.

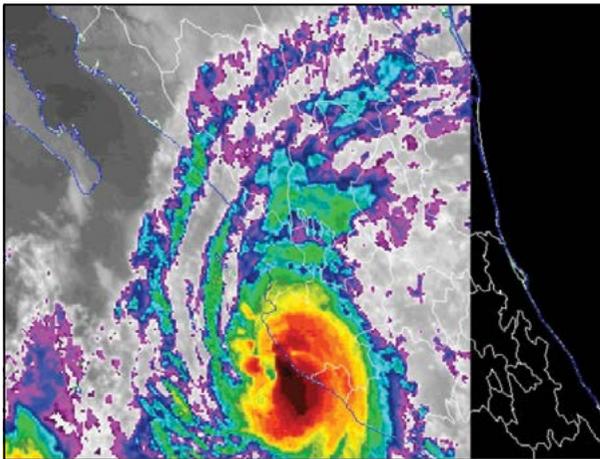


Figura 5. Mapa del impacto del huracán Eugene a la zona costera de Jalisco.

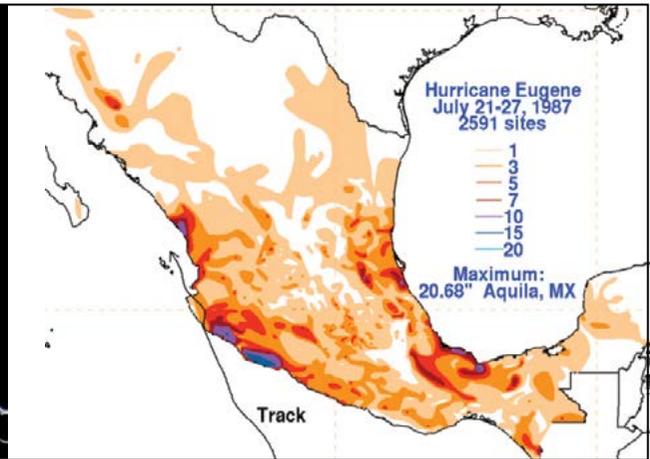


Figura 6. Mapa de precipitación de la trayectoria de Eugene.

ger en la zona tropical del Pacífico nororiental. El sistema se reanudó y se convirtió en depresión tropical la tarde del día 21, al pasar al suroeste del Golfo de Tehuantepec. Continuando hacia el oeste, el 22 Eugene cobró fuerza de una tormenta tropical. El 24 se convirtió en un huracán, mientras se movía al norte-noroeste. El ciclón tocó tierra al sur de Manzanillo, el 25 como huracán categoría 1. El sistema se debilitaba significativamente a medida que interactuaba con la topografía, luego se disipó como depresión tropical en el Golfo de California la tarde del 26. La

precipitación máxima registrada por la influencia del CT en la región de BadeBa fue por la estación climatológica del Tuito con 21.2 mm, con la cual se realizaron los mapas de precipitación (Figuras 5 y 6).

Calvin - 5-7 Julio

Una onda tropical que pasó por el Golfo de Tehuantepec estimuló el desarrollo de una tormenta tropical el 2 de julio. El sistema inicialmente se trasladó hacia el oeste, el día 4 se convirtió en una depresión tropical al sureste de Acapulco.

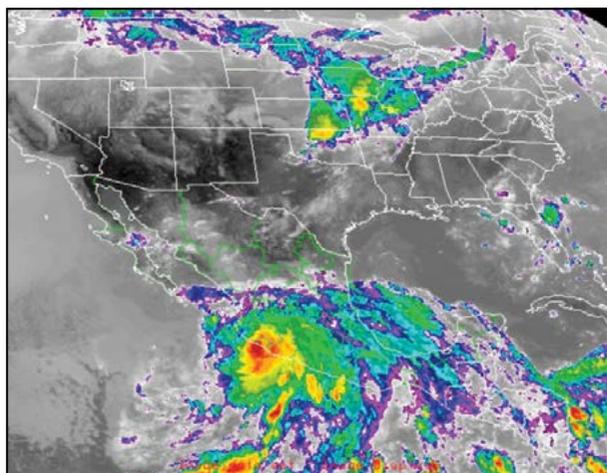


Figura 7. Mapa del impacto del huracán Calvin a la zona costera de Jalisco.

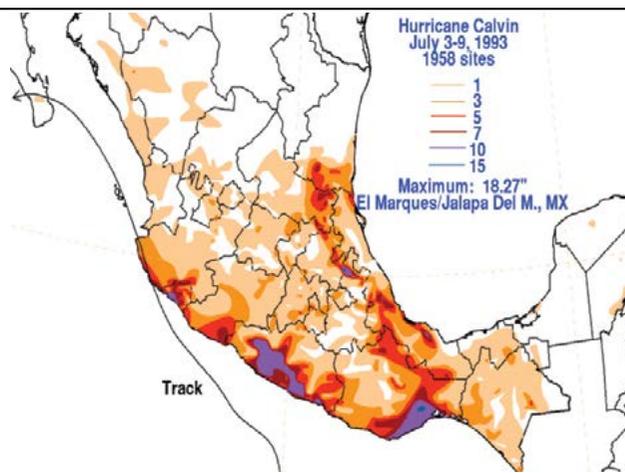


Figura 8. Mapa de precipitación de la trayectoria de Calvin.

La intensificación continuó, y el 5 se convirtió en un huracán con movimiento al noroeste. Lluvias generalizadas comenzaron a caer en el sur de México. Una corriente en chorro al sur de Baja California provocó su avance hacia las costas mexicanas. El 7 Calvin se había convertido en un huracán categoría 2; sin embargo, coexistía con otro huracán en el Pacífico que provocó que Calvin se debilitara significativamente. Posteriormente, se movió a lo largo de las costas, llegó al sur Golfo de California como tormenta tropical, el 8 tocó tierra al sur de Baja California como depresión tropical, la precipitación máxima registrada por la influencia del CT en la región de BadeBa fue por estación climatológica de Bahía de Banderas con 39 mm (Figuras 7 y 8).

Hernán 1996 - 3-4 Octubre

Una onda tropical se trasladó en alta mar del oeste de África a través del Atlántico Tropical a mediados de septiembre. Una actividad tormentosa aumentaba cerca de las Antillas Menores el 22, entre el 25 y 27 se movía a través del mar Caribe occidental y central. El 28 la convección se concentró más en el Golfo de Tehuantepec. El sistema ya organizado en depresión tropical, se convirtió en tormenta tropical el 30, al sur de Acapulco. Hernán se movió hacia el norte el 1 de octubre, para el 2 se movió al noroeste fortalecido como huracán, el 3 su centro pasó al este de Puerto Vallarta, luego se disipó en forma de una depresión tropical la tarde del 4 y dejó un denso nublado, el que se mantuvo al norte de Puerto Vallarta hasta el día 6. La precipitación máxima registrada por la influencia del CT en la región de BadeBa fue por

la estación climatológica de Bahía de Banderas con 84 mm (Figuras 9 y 10).

Norman 2000 - 21-22 Septiembre

Norman se desarrolló de la parte sur de la onda tropical que generó el huracán Gordon en el Golfo de México. Se desplazó al oeste por América Central en la zona tropical del Pacífico oriental. El día 20, el sistema poco a poco se organizó a depresión tropical, y justo antes de tocar tierra entre Lázaro Cárdenas y Colima era una tormenta tropical. Sin embargo, al entrar a tierra se debilitó, pero luego volvió a salir al mar y se fortaleció nuevamente en depresión tropical impactando por segunda vez cerca de Mazatlán. Los remanentes de la perturbación tropical se trasladaron por la Sierra Madre Occidental hacia Arizona, la precipitación máxima registrada por la influencia del CT en la región de BadeBa fue por estación climatológica del Cuale con 167 mm (Figuras 11 y 12).

Julio 2002 - 25-26 Septiembre

El huracán Julio se formó cerca del suroeste de la costa mexicana del Pacífico. El 21 se mostró la primera área desarrollada, posiblemente en respuesta a la aproximación del huracán Isidoro en la península de Yucatán. Un centro de baja presión mal definido se forma en la tarde del 23. El sistema se organizó en una depresión tropical a finales del 24 al suroeste de Acapulco. La depresión se intensificó a medida que avanzaba hacia el norte, convirtiéndose en una tormenta tropical el día 25. Los vientos máximos sostenidos aumentaron a 141 Km/h justo antes de su entrada al oeste-noroeste

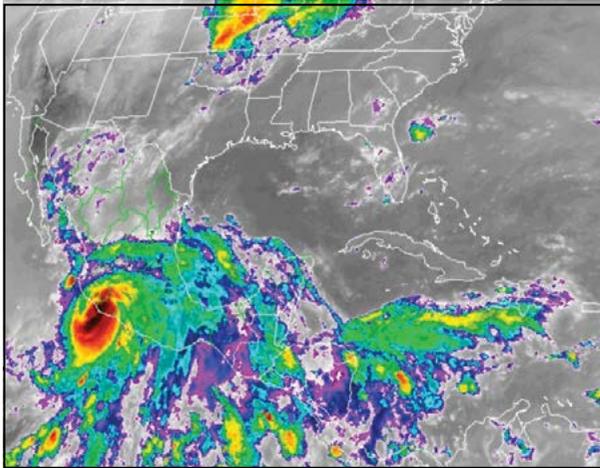


Figura 9. Mapa del impacto del huracán Hernán a la zona costera de Jalisco.

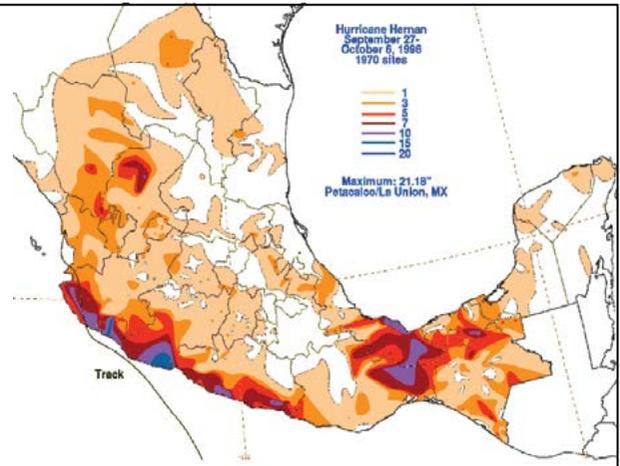


Figura 10. Mapa de precipitación de la trayectoria de Hernán.

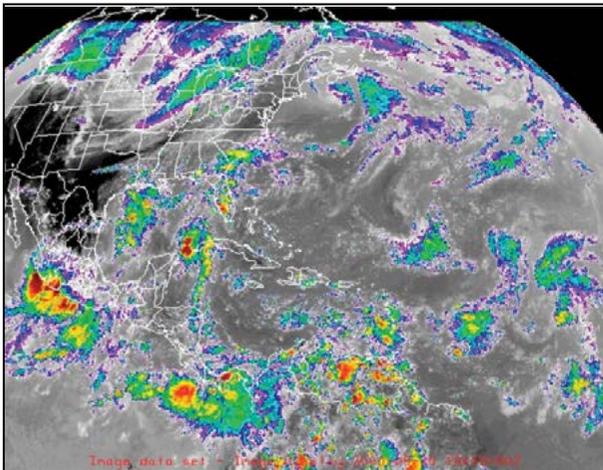


Figura 11. Mapa del impacto del huracán Norman a la zona costera de Jalisco.

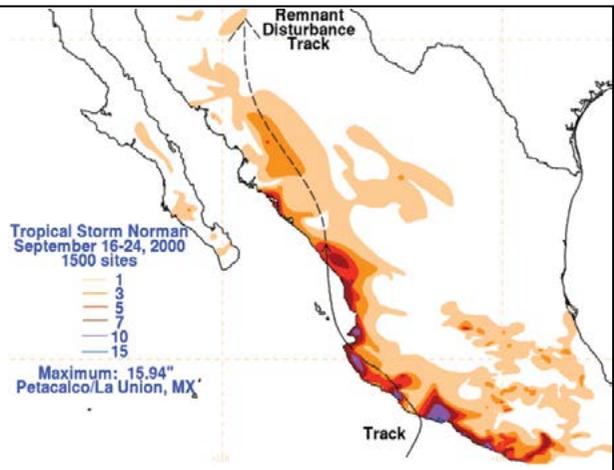


Figura 12. Mapa de precipitación de la trayectoria de Norman.

de Lázaro Cárdenas. El sistema se movió a lo largo de la costa montañosa, disipándose por la mañana del 26. La precipitación máxima registrada por la influencia del CT en la región de BadeBa fue por estación climatológica del Tuito con 56 mm (Figuras 13 y 14).

Kenna 2002 - 24-26 Octubre

Una perturbación tropical se movió a través de América Central el 19 de octubre, lo que puede estar asociado con una onda tropical que pasó cerca de Barbados. Después de emerger en el Océano Pacífico, el sistema poco a poco se organizó en una depresión tropical al sur de Acapulco a finales del día 21 y, poste-

riormente, en una tormenta tropical girando al oeste-noroeste, donde el desarrollo se detuvo al sur de Cabo Corrientes. Kenna llegó a su máxima intensidad el 24 como un huracán de categoría 5. Volviendo hacia el noroeste y norte, en un movimiento más lento y prolongado. El 25 Kenna azotó San Blas como un huracán de categoría 4, se debilitó rápidamente en las zonas montañosas de México, convirtiéndose en una tormenta tropical, y se disipó el 26. La precipitación máxima registrada por la influencia del CT en la región de BadeBa fue por estación climatológica de Valle de Banderas con 63.4 mm, con la cual se realizaron los mapas de precipitación (Figuras 15 y 16).

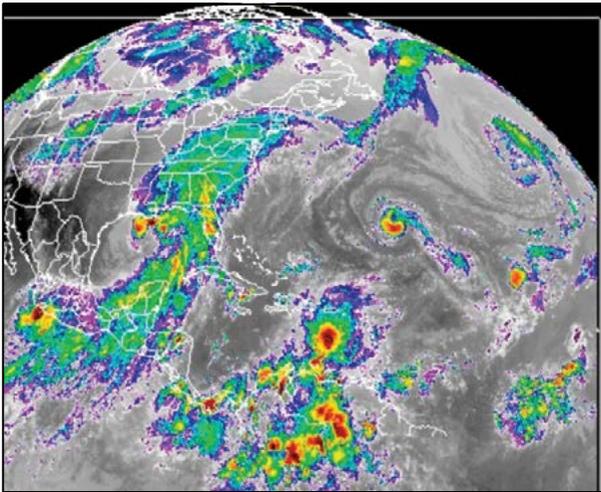


Figura 13. Mapa del impacto del huracán Julio a la zona costera de Jalisco.

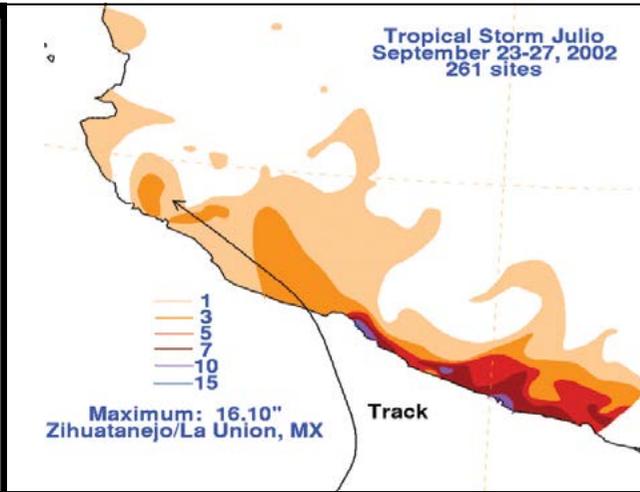


Figura 14. Mapa de precipitación de la trayectoria de Julio.

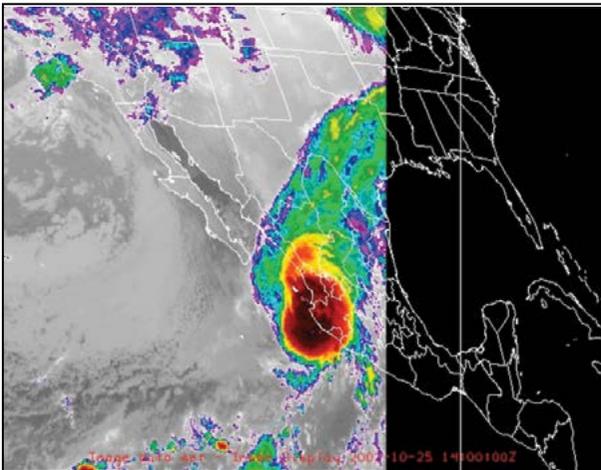


Figura 15. Mapa del impacto del huracán Kenna a la zona costera de Jalisco.

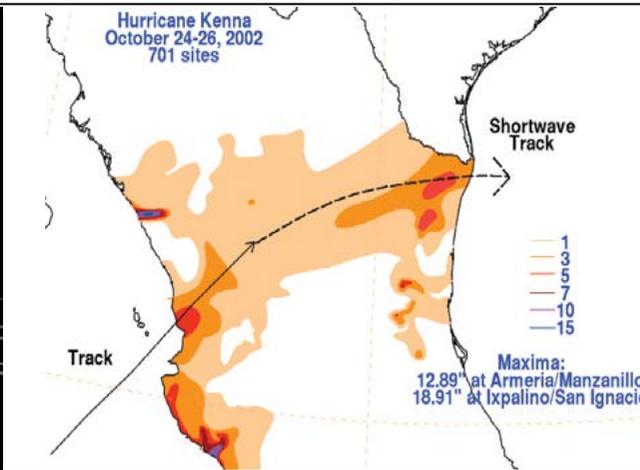


Figura 16. Mapa de precipitación de la trayectoria de Kenna.

DISCUSIÓN

En la sección anterior se proporcionó información sobre los daños causados por los CT que afectaron la región de Bahía de Banderas a través de la costa del Pacífico de México. Se documentaron las lluvias derivadas de los 13 principales eventos recalados que se produjeron entre 1970 y 2010. Mediante el análisis de los CT seleccionados, se determinaron los siguientes elementos que son importantes respecto a los efectos sobre las zonas costeras y del interior.

De acuerdo con el análisis realizado de las trayectorias de los CT y las lluvias asociadas a estos eventos en la región de BadeBa, se observa que

no es necesaria una relación directa a la intensidad y el paso del CT sobre la zona para que se registren lluvias intensas y viceversa. Es importante destacar que la intensidad del evento ciclónico no es un factor correspondiente para producir precipitaciones considerables, pues incluso un sistema de baja presión en el Océano Pacífico Mexicano puede producir consecuencias significativas, como por ejemplo la Depresión Tropical que se convirtió en Tormenta Tropical "Eileen", el 26 de junio de 1970, la cual afectó la costa del norte de Jalisco y sur de Nayarit. Además, hay registros de que también los ciclones del Caribe son capaces de ocasionar precipitaciones arriba de 100 mm en la Vertiente del Pacífico (Cornejo, 2005). Es interesante notar que las CT se pro-



Figura 17. Playa Corrales en la Sierra del Tuito en Cabo Corrientes, es la zona que sirve como barrera a la región de Bahía de Banderas ante los ciclones tropicales. Fuente: CEMCO.

dujeron durante el calentamiento fase Niña de 1970, 1971, 1996, 1998 y 2000, como se indica en la Tabla 1. El menor impacto de desastres ocurrió durante el Niño (1981, 1987, 2002), y en las condiciones neutrales (1983 y 1993).

Los 6 desastres analizados en el estudio proporcionan evidencia de una posible influencia de la Niña para producir condiciones favorables a fin de inducir desastres en la costa del Pacífico. Durante El Niño, la cizalladura vertical del viento se debilitó en el Pacífico favoreciendo la intensificación del Este, y el CT tendió a ser más duraderos y más intenso (Farfán, 2013). Por lo tanto, con el número limitado de años de este estudio, parece que una diferencia significativa fue que durante el Niño, o años neutros, hubo una tendencia a ocurrir menos desastres relacionados con los CT que durante la Niña.

CONCLUSIONES

Con base en las precipitaciones máximas, se analizaron los CT asociados con los desastres que tocó tierra en las costas de la región de BadeBa durante el periodo 1970-2010. De este grupo, se examinaron los eventos a través de imágenes Goes 10 y Trayectorias de los CT que causaron un gran impacto en la población.

Nuestros resultados indican que la Tormenta Tropical Javier fue la que provocó una mayor precipitación registrada por las estaciones climatológicas, 243 mm el 16 de septiembre de 1998 durante el evento Niña; pero el que causó el mayor desastre en la región fue el huracán Kenna en el 2002, con precipitaciones máximas registradas de 70 mm, sus vientos alcanzaron velocidades máximas de 230 km/h, lo cual provocó grandes daños a la población.

Todo lo anterior lleva a la conclusión de que la intensidad de un temporal de lluvias en la región de BadeBa no necesariamente está directamente relacionada con la magnitud del evento ciclónico, sino también con la posición que esta zona ocupe respecto al evento.

En la región de estudio, diversos eventos han afectado gravemente la zona sin alcanzar el nivel de un CT, como lo son las tormentas locales severas que junto con la vulnerabilidad de la zona influyen en efectos drásticos en la región de BadeBa; de igual forma, huracanes que han alarmado a la población como el Jova 2011, que amenazaba con entrar a la región de BadeBa, pero sus efectos sólo afectaron la costa sur de Jalisco y para la zona de estudio ni lluvias se presentaron.

Tomando en consideración que la región de BadeBa no cuenta con un observatorio meteorológico, ni una zona de vigilancia atmosférica, este trabajo se basó en los datos oficiales registrados del NHC, donde se demuestra que ningún CT de los que se tienen registrados de 1949-2010 ha entrado directamente a la región de BadeBa durante el periodo analizado. Sin embargo, sólo 6 CT han afectado directa e indirectamente la zona de estudios como lo son Kenna, Norman, Ju-

lio, Calvin, Eugene y Hernán, en la cual provocaron algunas consecuencias relevantes, asociado tal vez a su topografía de la zona, el cambio de uso de suelo y las malas decisiones por las autoridades competentes.

Con el resultado de estos análisis se concluye que la región de Bahía de Banderas está protegida por la Sierra del Tuito, situada en el municipio Cabo Corriente, ya que es una gran barrera para el impacto de estos meteoros. No olvidemos que a finales del temporal del CT, estos fenómenos suelen recurvar, tomando trayectorias erráticas pudiendo llevar las paredes del ojo de un huracán al interior de la Bahía, lo cual implicaría que dichos escudos formados por el relieve pudiesen convertirse en contra y generar efectos de resonancia. Con base en esto pudiéramos afirmar que un CT pueda entrar directamente a la región de BadeBa como ha ocurrido en otras zonas costeras, y entonces realmente sabremos si la población está preparada para soportar un evento de esta magnitud.

Las investigaciones futuras deberían incluir el análisis de todas las observaciones disponibles de estaciones de superficie, satélites y radares, así como la vulnerabilidad de la región afectada ante estos eventos.

LITERATURA CITADA

- CEDESTUR-CEEB-AEBB, *Bahía de Banderas a Futuro: 2000-2005*, Centro de Estudios Estratégicos para el Desarrollo Turístico Sostenible, pp. 100-104. Asociación de Empresarios de Bahía de Banderas, Puerto Vallarta, 2001.
- CORNEJO-LÓPEZ, V. M., *Influencias de los Ciclones Tropicales en las variables oceanográficas en el Pacífico Oriental*. Tesis de Maestría, Ciencias de la Tierra, Universidad de Guadalajara, 2005.
- FARFÁN L. M. and I. FOGEL, Influence of tropical cyclones on humidity patterns over northwestern Mexico. *Monthly Weather Review, American Meteorological Society*, 135: 1208-1224, 2006.
- FARFÁN L. M. ALFARO E. J. and CAVAZOS T., Characteristics of tropical cyclones making landfall in the Pacific coast of Mexico: 1970-2010. *Atmosfera*, 26: 1-20, 2013.
- PLATA-ROSAS, L. J., *Dinámica de las Ondas Internas en la Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México*. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Baja California. FCC-IO. Ensenada, B.C. 2007.
- PRIETO, R. G., *Trayectoria de los Ciclones Tropicales 1984-1993*. Tesis Maestría. Centro de Ciencias de la Atmosfera y Facultad de Ciencias. UNAM, 1993.
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN), *Deriva de los principales meteoros: tormentas tropicales y huracanes que impactaron las costas de México, durante la última década*. Comisión Nacional del Agua. México, 1998.

De páginas electrónicas

- DÍAZ CASTRO, S. C., Variabilidad de los ciclones tropicales que afectan a México. *Interciencia*, 35, 2010. En: <http://redalyc.uaemex.mx>. 5 de enero de 2013.

- FAO, *Recursos genéticos forestales. Estado de la diversidad biológica de los árboles y bosques en el sur y sureste de México*, N° 6, 125-129, 2003. En <http://www.fao.org/docrep/006/j0606s/j0606s02.htm>. 12 de febrero 2010
- FLORA J. SOLANO - ERIC J. ALFARO - ADOLFO QUESADA, Impacto de los Ciclones Tropicales del Atlántico en América Central (1968-1969). *Revista Electrónica de Historia*, 12(1): 78-100, 2011. En: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=51409-469x2011000100004&script=sci_arttext. 22 de enero 2013.
- National Climatic Data Center (NCDC). En: <http://www.ncdc.noaa.gov/gibbs>, octubre 2011.
- SEMARNAT-INE., *Cambio climático y ozono*. Versión 2008/6. pp. 24-27, 2008. www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/documents/sniarn/pdf/yelmedioambiente/version_2008/6_cambio_climatico_ozono_v08.pdf. 14 de enero de 2013. México, DF. 15 de marzo 2011.
- The National Environmental Satellite, Data, and Information Service (NESDIS). En: <http://www.nesdis.noaa.gov/>, octubre 2011.
- The National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Coastal Services Center. En: <http://www.csc.noaa.gov/>, octubre 2011.

Plastificado higro-térmico de madera de *Quercus scytophylla*

Higro-thermal plasticized of *Quercus scytophylla* wood

Joel Benancio Olguín Cerón¹
Javier Ramón Sotomayor Castellanos^{1*}

Olguín Cerón, J. B.; Sotomayor Castellanos, J. R., Plastificado higro-térmico de madera de *Quercus scytophylla*. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 59, 24-32, 2013.

RESUMEN

Se plastificó madera de *Quercus scytophylla* empleando calor transmitido por vapor a baja temperatura y baja presión en condición higro-saturada de la madera. La estrategia experimental demostró que la madera sólida de *Q. scytophylla* puede ser plastificada con un tratamiento higro-térmico. Se determinaron densidad, contenido de humedad y módulos de elasticidad en flexión para listones de madera sin tratamiento y con tratamiento. La rigidez en flexión de listones de madera sólida de *Q. scytophylla* disminuyó 48% por el efecto del tratamiento higro-térmico.

ABSTRACT

Quercus scytophylla wood was plasticized with heat transmitted by low temperature and pressure steam for an higro-thermal state of wood. The experimental strategy showed that *Q. scytophylla* solid wood can be plasticized by higro-thermal treatment. Density, moisture content and bending modules of elasticity were determined for wooden bars with and without treatment. Ben-

Palabras clave: Densidad, contenido de humedad, calor, flexión, módulo de elasticidad, madera de *Quercus scytophylla*.

Keywords: Density, moisture content, heat, bending, modulus of elasticity, *Quercus scytophylla* wood.

Recibido: 16 de Enero de 2013, aceptado: 4 de Octubre de 2013

¹ Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

* Autor para correspondencia: madera999@yahoo.com

ding rigidity of *Q. scytophylla* wood bars decreased in 48% by the higro-thermal treatment effect.

INTRODUCCIÓN

La madera del género *Quercus*, endémica del Estado de Michoacán, presenta un potencial importante como material para la elaboración de productos de madera. Los resultados de estudios tecnológicos de estas maderas pueden proporcionar a la industria de la transformación, alternativas para su aprovechamiento racional. Igualmente, la caracterización mecánica de la madera de *Quercus* spp. aporta datos tecnológicos para su empleo adecuado como material de Ingeniería.

La madera es un material termo-elástico: cuando la temperatura interna de la madera aumenta, su módulo de elasticidad disminuye. Esta manifestación tiene un carácter instantáneo y temporal; es decir, si la madera recobra su temperatura inicial, el módulo de elasticidad recobra su valor anterior. Este hecho se observa preferentemente en un rango de temperaturas de 0 a 120 °C. La madera es también un material higro-elástico: si el contenido de humedad de la madera se incrementa, el módulo de elasticidad decrece.

Este fenómeno es igualmente de efecto momentáneo y temporal; es decir, cuando la madera recobra su contenido de humedad inicial, el valor del módulo de elasticidad se recupera. Este síntoma se verifica principalmente en el dominio higroscópico de la madera, que va de su esta-

do anhidro a 32% en su contenido de humedad. Por otra parte, la madera es un material plástico: si la madera es deformada más allá del dominio elástico, se observa en ella una condición de deformación geométrica permanente, es decir, un estado plástico. Estas tres propiedades de la madera pueden ser incorporadas en un mismo procedimiento: el plastificado mecánico, en presencia de un ingrediente hídrico, combinado con uno térmico. A este proceso se le denomina plastificado higró-térmico de la madera.

Este trabajo parte de la siguiente hipótesis: Si durante un periodo de tiempo, se incrementa la temperatura en la madera con un contenido de humedad superior al punto de saturación de la fibra, la madera puede deformarse empleando un agente mecánico. Para que esta geometría sea de carácter permanente, es necesario, posteriormente, estabilizar la madera a una temperatura ambiente y a un contenido de humedad de 12%. El objetivo de la investigación es plastificar madera sólida de *Quercus scytophylla*, con un tratamiento higró-térmico, curvar listones de este material y determinar sus módulos de elasticidad.

Curvado de la madera

La tecnología de plastificado de la madera, como práctica industrial, es conocida como curvado. En comparación con otras tecnologías de maquinado, el curvado de la madera presenta un ahorro considerable en material y energía. Además, el curvado de la madera significa ventajas para el diseño de productos y formas. Por ejemplo, la elaboración de curvas ergonómicas con secciones esbeltas y de geometrías curvas, las cuales favorecen estructuras simples.

El curvado de la madera minimiza el desperdicio de material, el proceso es rápido y puede realizarse con herramientas simples. En consecuencia, la inversión en tecnología y gastos de energía para curvar madera son bajos, en comparación con otros procesos de maquinado. Además, la resistencia mecánica y elástica de la madera curvada es mayor comparativamente a las propiedades de la madera aserrada o torneada.

Kollmann y Côté (1968) presentan criterios y parámetros para depurar la técnica de curvado. Por ejemplo, los investigadores proponen intervalos para los valores de la relación radio de curvatura versus espesor de las piezas a tratar, según la

especie. Igualmente, proponen valores para las tasas de compresión y extensión, que resultan del grado de curvado de las piezas de madera. Asimismo, recomiendan que las maderas de especies angiospermas son preferentes para procesos de curvados en comparación con las especies gimnospermas. Entre las principales características tecnológicas de la madera deseables para la fabricación de piezas curvadas se citan: una alta densidad y piezas de madera sin crecimientos irregulares, nudos y fisuras. En el mismo contexto, Kollmann y Côté (1968) recomiendan temperaturas máximas de 100 °C y tiempos de exposición de 1 hora por cada 25 milímetros de espesor de las piezas. En principio, estos parámetros no modifican la constitución química de la madera.

Recientemente, Hwang y col. (2002) estudiaron la calidad de curvado en diferentes especies angiospermas y gimnospermas, empleando un proceso de carácter higró-térmico. Los investigadores concluyeron que la densidad de la madera es uno de los factores principales para determinar la vocación de una especie para tratamientos de curvado. A fin de definir la calidad de curvado de una especie de madera, estos investigadores midieron el radio de curvatura y la tasa de deformación de las piezas flexionadas. Entre sus conclusiones proponen que especies de madera con densidad mayor a 600 kg/m³ son excelentes candidatos para su deformación. Igualmente, Hwang y col. (2002) hacen notar que el espesor de las piezas a deformar, el radio de curvatura de las formas y la orientación de los anillos de crecimiento de la madera son factores importantes a tomar en cuenta.

Norimoto y col. (1993) estudiaron la deformación permanente de madera suavizada en flexión, empleando el calor como agente suavizante. Los autores proponen parámetros para analizar la influencia del radio de curvatura, las deformaciones de superficie y los factores de recuperación. En el mismo contexto, los investigadores explican los diferentes cambios sufridos por la aplicación de calor en la madera, para deformarla de manera permanente; es decir, para plastificarla.

Makinaga y col. (1997) detallan un procedimiento higró-térmico para plastificar madera de *Celtis occidentalis*. Sus resultados muestran que un proceso de suavizado higró-térmico, empleando temperaturas de 100 °C y madera con contenidos

de humedad superiores al punto de saturación de la fibra, es eficiente para mejorar la calidad de curvado de una especie determinada.

Murakami y col. (2002) estudiaron el curvado higro-térmico de varias especies. Los autores constataron la importancia de la estructura de la madera en la calidad del curvado; y de esta manera, proponen una clasificación de maderas con vocación para ser plastificadas higro-térmicamente. El orden de preferencia es el siguiente: angiospermas de clima templado, angiospermas de clima tropical, y finalmente, especies gimnospermas.

Katsuragi (2005) presenta un panorama de las diferentes técnicas empleadas actualmente para el curvado de la madera en la industria, puntualizando que el curvado de madera sólida, plastificada con vapor de baja presión, es una práctica barata y eficiente para procesos en escala semi-industrial.

Araya López (2005) y Shirazinia Riggioni (2007) determinaron características de curvado de madera sólida para las especies *Nothofagus pumilio* y *Laurelia philipiana*, así como para especies de plantación de rápido crecimiento. Ambos autores obtuvieron resultados satisfactorios, aplicando tratamientos de curvado con dispositivos y variables de proceso similares a las propuestas por Katsuragi (2005).

Tratamientos térmicos

Oltean y col. (2010) estudian programas de secado de madera con temperaturas bajas y moderadas, y su influencia en características mecánicas de la madera de *Picea abies*. Las temperaturas estudiadas van de 45 a 80 °C. Oltean y col. (2010) resaltan la problemática para comparar los datos disponibles en la literatura. La dificultad radica en las diferentes condiciones experimentales que se emplean en cada investigación. Thompson (1969) encuentra una reducción en el módulo de elasticidad de 1.6% en madera de *Pinus palustris*, tratada a una temperatura de 83.3 °C. Terziev y Daniel (2002) ven reducido el módulo de elasticidad para esta misma especie hasta en 12.8%, para una temperatura de 60 °C. Finalmente, Graham (1957) observó una reducción en el módulo de elasticidad de 1% en madera de *Pseudotsuga menziesii*, tratada a 94 °C.

Estas temperaturas corresponden a rangos bajos y moderados de secado. Por lo tanto, y de acuerdo con Green y col. (1999), la disminución en la resistencia mecánica de la madera ocasionada por el calor a temperaturas menores de 100 °C, debería ser reversible e inmediata.

Estevez y Pereira (2009) revisan las modificaciones sufridas por la madera, ocasionadas por tratamientos térmicos. Entre otros tópicos, los autores discuten las transformaciones en la estructura química y anatómica de la madera; además, tratan el efecto del calor en la alteración de las características mecánicas del material. Por ejemplo, el módulo de elasticidad de la madera se incrementa con el aumento de la cristalinidad de la celulosa. Este fenómeno predomina al principio de un tratamiento térmico, pero si continúa el aumento de la temperatura, la degradación de la madera resulta en la disminución del módulo de elasticidad.

Oltean y col. (2007) hacen notar que la resistencia mecánica de la madera no es afectada de manera permanente si ésta es expuesta por periodos cortos y a temperaturas menores a 100 °C. Sin embargo, la resistencia puede disminuir de manera permanente si la madera se expone a una temperatura mayor de 65 °C, durante periodos de tiempo prolongado. Estos investigadores indican como factores principales en la modificación de la resistencia de la madera la temperatura del tratamiento, el medio de transferencia de calor, el contenido de humedad de la madera, la especie y el volumen de la madera a tratar.

MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de un árbol de la especie *Q. scytophylla*, se cortaron 2 trozas de 1.1 m de largo y de 45 cm de diámetro. De estas trozas, se dimensionaron listones según la orientación radial, tangencial y longitudinal en el plano leñoso. Las dimensiones de los listones fueron: 1.1 m de largo, con sección transversal de 19 mm por 19 mm en promedio. Un grupo de 20 listones se destinó a las pruebas de rigidez: 10 listones sin tratamiento (LPST) y 10 listones suavizados con el tratamiento (LPS).

Plastificado de la madera

El proceso de plastificado de la madera consistió en cinco operaciones:

- 1) Hidratado: los listones se mantuvieron en estado húmedo y saturado durante 30 días, con el objeto de uniformizar el contenido de humedad de la madera.
- 2) Suavizado: este tratamiento cuenta con tres periodos de temperatura: el primero de 15 minutos, necesario para generar vapor al calentar 5 litros de agua en el generador de vapor. El segundo de 30 minutos permite elevar la temperatura ambiente en el interior de la cámara desde 23 °C, hasta la temperatura de suavizado de 98 °C. Al mismo tiempo, la temperatura interna de la madera alcanza los 92 °C. El tercer periodo de 50 minutos de duración mantiene estables las temperaturas en el interior de la cámara de suavizado y en el interior de la madera. Las temperaturas de esta operación fueron monitorizadas empleando dos termómetros. El primero de ellos, de carátula y de vástago, registró la temperatura en el interior de la cámara. El segundo fue un termómetro digital, que se colocó en el interior de una probeta testigo de sección similar a las del listón en proceso. La señal de este termómetro se registró con un sistema de adquisición y tratamiento de datos.
- 3) Deformado: una vez suavizados los listones, se procedió a solicitarlos en flexión curva.
- 4) Solidificación: la consolidación de la curvatura del listón se alcanza después de 36 horas en un molde que estabiliza la deformación de la madera a una temperatura de laboratorio de 23 °C.
- 5) Estabilizado y acondicionado: el contenido de humedad de la madera se uniformizó durante 36 horas en un dispositivo de acondicionamiento ($T = 23\text{ °C}$, $HR = 36\%$).

Pruebas de rigidez

Los listones LPST se curvaron directamente en el dispositivo para deformación de tipo flexión curva, colocado en una máquina universal de ensayos mecánicos (Figura 1). Los listones LPS se trataron previamente en el dispositivo de suavizado (Figura 2) y posteriormente se curvaron en el dispositivo de flexión curva. Los listones LPST se solicitaron con una velocidad de 3 mm por minuto. Al momento del ensayo, su temperatura fue de 23 °C y su contenido de humedad fue de 67% en promedio. Los listones LPS se solicitaron inmediatamente después del tratamiento de suavizado, con una velocidad de solicitud de 6 mm por minuto. Al momento del ensayo,

su temperatura fue de 92 °C y su contenido de humedad fue de 57% en promedio. El tiempo necesario para deformar el listón con una altura de cuerda de 28 cm es de 32 s. La carga (P) necesaria para deformar los listones suavizados fue de 1000 N.

El módulo aparente en flexión (E_f en MPa) de la madera de los listones, se determinó

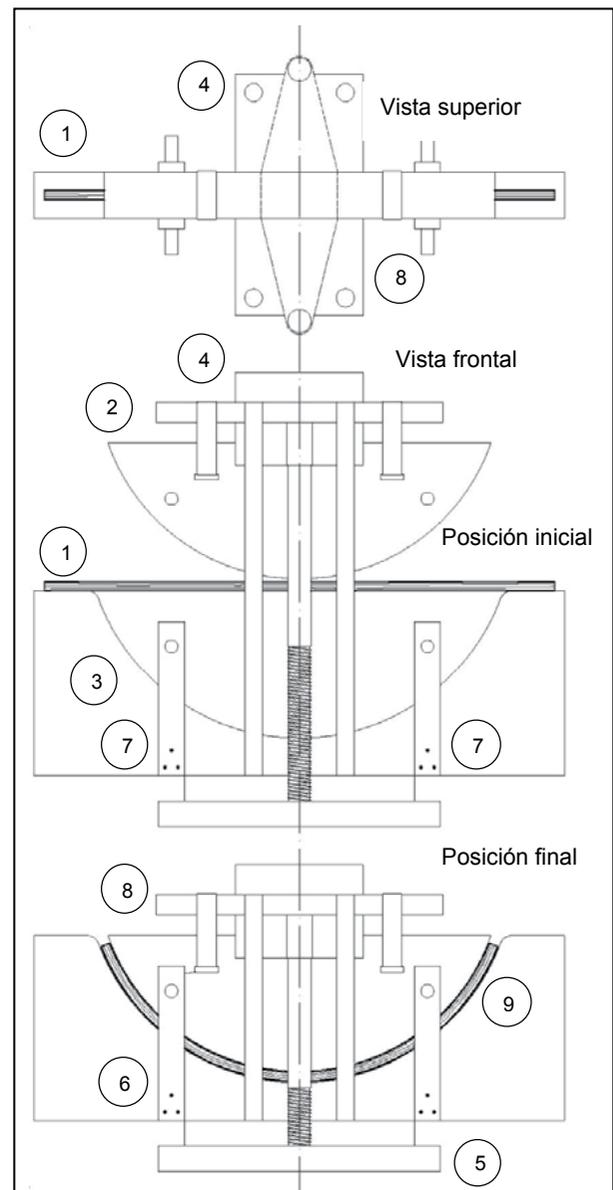


Figura 1. Dispositivo para deformación de flexión curva.

Leyenda: 1. Listón recto, 2. Molde superior, 3. Molde inferior, 4. Cabeza móvil de la prensa, 5. Base fija de la prensa, 6. Guías de la prensa, 7. Seguros del molde, 8. Amarres del molde superior, 9. Listón curvo.

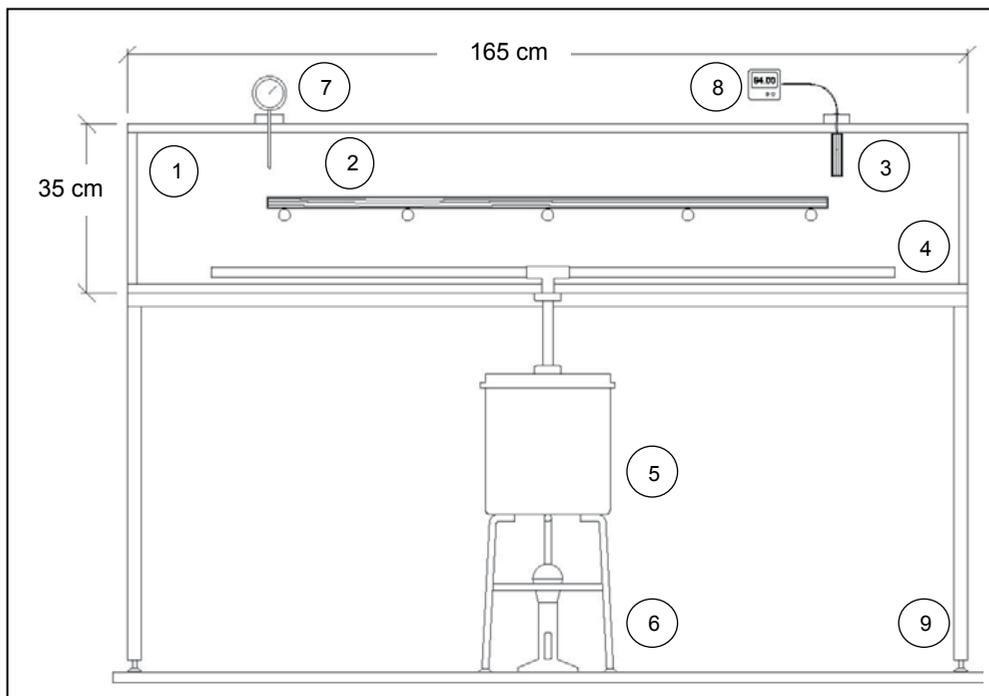


Figura 2. Dispositivo de suavizado. Leyenda: 1. Cámara de vaporización, 2. Listón, 3. Probeta testigo para temperatura interna de la madera, 4. Difusor de vapor, 5. Generador de vapor, 6. Fuente de calor, 7. Termómetro de temperatura de la cámara, 8. Sensor de temperatura al interior de la probeta, 9. Estructura soporte de cámara de vaporización.

Tabla 1. Resultados de las pruebas de rigidez

| Estadígrafo | ρ (kg/m ³) | Listones sin tratamiento (LPST) | | | Listones suavizados (LPS) | | |
|---------------------------|--------------------------------|------------------------------------|--------------|-------------|------------------------------|--------------|-------------|
| | | H (%) | P/y (N/m) | Ef (MPa) | H (%) | P/y (N/m) | Ef (MPa) |
| Media aritmética | 700 | 67 | 11435 | 10410 | 57 | 5853 | 5329 |
| Desviación estándar | 17.13 | 5.44 | 2206 | 2008 | 5.44 | 1060 | 965 |
| Coefficiente de variación | 2.45 | 8.08 | 19.29 | 19.29 | 8.08 | 18.11 | 18.11 |

empleando la pendiente formada entre la carga (P en N) y la deflexión (y en m), ambas evaluadas a 1/2 de la portada de flexión (L en m) y en el dominio elástico de la relación carga-deflexión, la portada entre apoyos del dispositivo para deformación de flexión curva y el momento de inercia (I en m⁴) de la sección transversal de los listones, con la fórmula:

$$E_f = \frac{P}{y} \frac{L^3}{48I} \quad (1)$$

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra los valores de las pendientes (P/y) y los de los módulos de elasticidad en flexión (Ef). Además, se indican los resultados de la densidad (ρ) y del contenido de humedad (H), correspondientes a la madera de los dos grupos de listones estudiados. La Figura 3 muestra una fotografía de un listón recto y sin tratamiento, y un segundo curvado después del tratamiento.



Figura 3. Fotografía de listones rectos y curvos.

DISCUSIÓN

Al principio del tratamiento, el valor del módulo de elasticidad de la madera, ($H = 67\%$; $T = 23\text{ }^{\circ}\text{C}$), mantiene un valor de referencia durante el dominio elástico: $E_f = 10410\text{ MPa}$. Una vez que la temperatura aumenta, la resistencia elástica de la madera disminuye, en este caso, el dominio térmico-elástico comprende un incremento de la temperatura de 23 a $92\text{ }^{\circ}\text{C}$, con una velocidad de $4.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ por minuto. En este mismo dominio, el hecho de mantener durante 50 minutos a la madera a una temperatura de $92\text{ }^{\circ}\text{C}$, ocasiona un decremento en su módulo de elasticidad en 48.81% , es decir, el valor de E_f se reduce a 5329 MPa . En el mismo dominio, el contenido de humedad de la madera disminuye de 67% a 57% , con una velocidad de deshidratación de 0.2% por minuto. Estos dos fenómenos se desarrollan manteniendo siempre la madera en estado saturado, es decir, con un contenido de humedad superior al punto de saturación de la fibra ($H \geq 32\%$).

Una vez la madera suavizada, es en esta condición que la deformación en flexión curva actúa como agente mecánico, el cual permite a la madera una deformación material llevada hasta el dominio plástico del proceso carga-deflexión, pero evitando la ruptura del listón. Siempre bajo el efecto del calor, el proceso de deformado plástico en flexión curva se desarrolla durante 30 segundos, en el dominio higró-térmico plástico de acuerdo a la siguiente fenomenología:

Al inicio de la flexión, el listón se encuentra libre de deformaciones. En efecto, una temperatura de $92\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la madera, asociada a un contenido de humedad superior al punto de saturación de la fibra ($H = 57\%$), no ocasiona esfuerzos internos de secado, ni aparición de higró-contracciones. De tal forma, que el listón se considera libre de deformaciones al inicio de la flexión.

Una vez iniciado el proceso de flexión, la carga puntual P aplicada en $L/2$ del listón apoyado en sus extremos, provoca un momento de flexión M_f al interior de la portada L . A medida que el proceso de flexión se desarrolla y debido a la geometría del molde superior, el cual aplica la carga sobre el listón, la sollicitación de flexión tres puntos se transforma gradualmente en una carga uniformemente repartida siguiendo la curvatura del molde superior. La distribución de esta carga sigue el desarrollo longitudinal del molde superior, de tal forma que al final del proceso de flexión, el listón es sollicitado por una carga uniformemente repartida radialmente y siguiendo la geometría de la curva del molde superior.

Al final del proceso de flexión curva, el listón está apoyado sobre los dos soportes en los extremos del molde inferior y flexionado por el efecto de la carga repartida. Dado que la cara cóncava del molde inferior del dispositivo no ejerce presión sobre la cara convexa del listón, la madera se encuentra en estado libre de esfuerzos de compresión transversal. En este estado de la madera, y debido al momento de flexión sobre el sistema, en las secciones transversales aparece una zona de esfuerzos de compresión que va del eje neutro hacia la cara cóncava de la curva del listón. Igualmente aparece una zona de esfuerzos de tensión, que va del eje neutro hacia la cara convexa del listón. La desproporción en la magnitud de los esfuerzos, entre las zonas de compresión y de tensión, ocasiona que el eje neutro se desplace en relación al eje neutro de una sección transversal de un listón libre de flexión. Es en este eje desplazado que aparecen los esfuerzos cortantes de flexión. En el caso de listones de madera, la amplia relación de la longitud del listón versus su espesor ($1100/17.53$), permite considerar la deformación ocasionada por este esfuerzo como no significativa.

Las tasas de deformación en compresión (ϵ_c) y en tensión (ϵ_t), calculadas con las fórmulas

propuestas por Hwang y col. (2002), son respectivamente para el caso que nos ocupa de: $\epsilon_t = 1.28\%$ y $\epsilon_c = 2.93\%$. Estos resultados están dentro de los límites recomendables de 3%, para curvado de madera, propuestos por el Manual No. 125 del Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (Peck, 1957). Dado que la deformación en tensión es el parámetro crítico y a minimizar para evitar ruptura en la cara convexa de la madera, Kollmann y Côté (1968) recomiendan para curvado de maderas europeas del género *Quercus*, tasas de deformación en tensión inferiores a 2.14%, valor mayor al obtenido en esta investigación.

Manteniendo la geometría de la flexión curva, este resultado implica que el radio de curvatura al arco central puede ser disminuido de 408.76 mm hasta un valor de 298 mm, para un espesor particular de 17.53 mm en listones de madera de *Q. scytophylla*. Esta diferencia entre el radio mínimo recomendable y el empleado en el proceso, sugiere que la deformación interna de la sección de los listones alteró de manera mínima la estructura del material.

Una vez que el agente mecánico actúa en el proceso de flexión curva, siempre en el dominio higro-térmo plástico, la geometría curva del listón se mantiene en la forma predeterminada para una relación Espesor-Radio de curvatura de 0.0428. Este resultado específico es para el caso de estudio de madera de *Q. scytophylla*.

A partir de este momento, el efecto de la disminución del contenido de humedad se combina para rigidizar el listón y mantener su curvatura durante las últimas etapas de solidificado, estabilizado y acondicionado.

El proceso de plastificado de la madera se termina por el efecto de la disminución en su contenido de humedad. En efecto, la disminución del contenido de humedad en la madera, resulta en el incremento de la rigidez del material, manteniendo siempre su geometría, en este caso, un listón de radio de curvatura al arco central de 408.76 mm y una relación radio/espesor de 22.81.

Como resultado del proceso de plastificado, donde el contenido de humedad de la madera disminuye desde valores superiores al punto de saturación de la fibra ($H = 67\%$), hasta un contenido de humedad de la madera acondicionada

al 12%, el módulo de elasticidad determinado al principio del proceso higro-térmo resulta en un incremento a una tasa de 2 000 MPa/%.

Este parámetro representa el coeficiente de higro-elasticidad en flexión estática, propuesto por Villaseñor Aguilar (2007) para madera de *Pinus douglasiana* y empleado con reserva en esta investigación, de tal forma que el valor inicial de E_f de la madera de *Q. scytophylla*, a un contenido de humedad de 12%, al final del tratamiento higro-térmo, se estima en 14410 MPa.

Durante esta etapa experimental se observó que la correcta orientación del listón en el sistema de coordenadas radial, tangencial y longitudinal, favorece la deformación mecánica. Igualmente, se advirtió que la variación a nivel local en el acomodo del tejido leñoso desfavoreció el proceso, de tal forma que una tercera parte de los listones flexionados presentaron fisuras locales. Como consecuencia, el recorte y la selección de probetas para las pruebas de ondas de esfuerzo favorecieron los listones y segmentos sin daños aparentes.

Rigidez de los listones

El efecto de la temperatura en la disminución de la rigidez de la madera, se explica por el siguiente argumento: En una relación carga-deflexión, el incremento de la temperatura permite disminuir la carga (P), requerida originalmente para lograr una misma deformación (y), de tal forma que la pendiente P/y , la cual indica la rigidez del material en cuestión, se ve disminuida. La Figura 4 muestra las diferencias entre las pendientes P/y de un listón sin tratamiento (LPST) y de un listón suavizado (LPS) con tratamiento higro-térmo.

El suavizado de la madera es el efecto de someter durante 50 minutos los listones a una temperatura de 92 °C, con un contenido de humedad superior al punto de saturación de la fibra. De acuerdo con Oltean y col. (2007), estos parámetros, similares a los empleados en el proceso convencional de secado de madera sólida, permiten suavizarla, sin modificar su estructura material, de tal forma que se puede decir que el proceso de suavizado utilizado en esta investigación es de carácter no destructivo.

Esta combinación de temperatura y contenido de humedad controlados, permitió realizar una deformación, con un medio mecánico, requiriendo menos esfuerzo, en este caso, de fle-

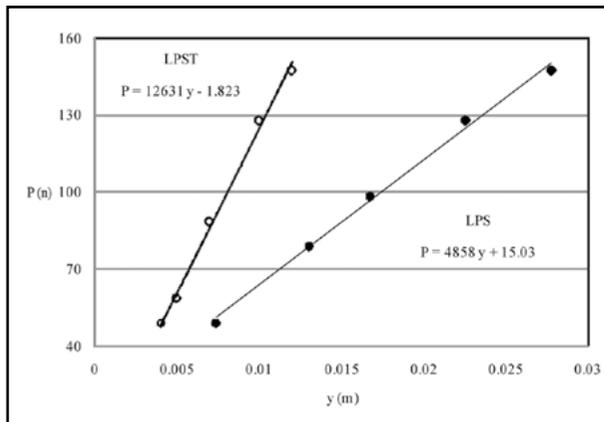


Figura 4. Pendientes P/y de un listón sin tratamiento (LPST) y de un listón suavizado (LPS) con tratamiento higró-térmico.

ción. Por su parte, el alto contenido de humedad de la madera, contribuyó a mantener la resistencia mecánica de la madera en su expresión mínima.

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 1, la rigidez aparente P/y de los listones suavizados disminuyó en 48.81%, en comparación con los listones sin tratamiento. En el mismo contexto, el módulo de elasticidad E_f calculado con la ecuación (1), se redujo en una proporción similar. La Figura 4 explica la diferencia entre las pendientes P/y de los listones LPST versus LPS.

Este valor es válido para la madera de *Q. scytophylla* con un contenido de humedad para los listones LPS de 67% y para los listones suavizados de 57%. Es decir, ambos grupos de listones se encontraban en estado saturado. En contraste, la temperatura de los listones sin tratamiento fue de 23 °C, mientras que la temperatura al momento del ensayo en los listones LPS fue de 92 °C. En efecto, el único parámetro que varió considerablemente entre las dos pruebas fue la temperatura.

Los resultados de esta investigación coinciden con los de Widmann y col. (2007). Estos investigadores encontraron que la resistencia a la flexión de la madera de *Fagus sylvatica*, con una densidad promedio de 700 kg/m³, después de haber sido sometida a tratamiento térmico, se redujo hasta 40% en comparación con madera sin tratamiento.

El valor de E_f de los listones sin tratamiento puede ser comparable con valores de la madera de la misma especie y con densidad pro-

porcional. Pérez Olvera y Dávalos Sotelo (2008) proponen un valor para el módulo de elasticidad en flexión para la madera de *Q. scytophylla*, con densidad de 637 kg/m³ y con un contenido de humedad superior al punto de saturación de la fibra, de 12 718 MPa.

De acuerdo a la Tabla FITECMA (Sotomayor Castellanos, 2008), la madera de *Q. scytophylla*, clasifica como de módulo de elasticidad de magnitud media.

La diferencia entre los valores de Pérez Olvera y Dávalos Sotelo (2008), de Sotomayor Castellanos (2005) y los resultados de esta investigación, se pueden explicar entre otros argumentos, por las siguientes razones: por una parte, la variabilidad natural de los valores de las características tecnológicas entre individuos de una misma especie, y por otra, las diferentes configuraciones entre los ensayos. Los valores reportados en la literatura fueron determinados empleando métodos de prueba estandarizados, en cambio, los valores referidos en esta investigación emplearon un dispositivo *ad hoc*, en el cual, entre otras particularidades de su configuración, la portada de flexión es muy larga en proporción a la altura de la probeta.

CONCLUSIONES

La estrategia experimental propuesta en esta investigación demostró que la madera sólida de *Q. scytophylla*, puede ser plastificada con un tratamiento higró-térmico.

Los dispositivos fabricados específicamente para las experiencias resultaron adecuados para plastificar listones de *Q. scytophylla*, de tal forma, que se pueden manufacturar curvas regulares de secciones esbeltas, sin dañar las propiedades mecánicas del material.

En contraste, la rigidez en flexión curva, de listones de madera sólida de *Q. scytophylla*, disminuyó en 48%, por el efecto del tratamiento higró-térmico de baja presión. Esto respecto a los listones de madera sin tratamiento de la misma especie.

Es importante no confundir el efecto permanente del tratamiento higró-térmico sobre la madera, con el efecto inmediato y temporal de la variación de la temperatura y del

contenido de humedad en la madera, cuando estos parámetros varían al momento del ensayo, o en condiciones de servicio.

Argumentando que la madera de *Q. scytophylla* es una especie que pertenece

a la familia botánica de las angiospermas, y que de acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación denota una densidad alta, la especie estudiada puede ser técnicamente apta para procesos de plastificado.

LITERATURA CITADA

- ARAYA LÓPEZ, C. M., Determinación de características de curvado de madera sólida para las especies *Nothofagus pumilio* (Lenga) y *Laurelia philipiana* (Tepa). Memoria para optar al Título de Ingeniero en Industria de la Madera. Universidad Tecnológica Metropolitana. Facultad de Ingeniería. Escuela de Industria de la Madera. Carrera de Ingeniería en Industria de la Madera. Chile, 2005.
 - ESTEVEZ, B. M.; PEREIRA, H. M. Wood, Modification by Heat Treatment: A Review. *Bioresources*, 4(1): 370-404, 2009.
 - GRAHAM, R. D., Effect of several drying conditions on strength of coast-type Douglas-fir timbers. *Forest Products Journal*, 7(7): 228-233, 1957.
 - HWANG, K.; JUNG, I.; LEE, W.; JANG, J.; BAE, H.; NORIMOTO, M., Bending Quality of Main Korean Wood Species. *Wood Research*, 89: 6-10, 2002.
 - KOLLMANN, F. F. P.; CÔTÉ, W. A., *Principles of Wood Science and Technology*, Volume I: Solid Wood, Springer-Verlag. Germany, 1968.
 - MAKINAGA, M.; NORIMOTO, M.; INOUE, M., Permanent Fixation of Bending Deformation in Wood by Steam Treatment. *Wood Research*, 84: 39-41, 1997.
 - MURAKAMI, R.; TANAKA, F.; NORIMOTO, M., Relationship between Bending Quality and Wood Species. *Wood Research*, 89: 21-22, 2002.
 - NORIMOTO, M.; OTA, C.; AKITSU, H.; YAMADA, T., Permanent Fixation of Bending Deformation in Wood by Heat Treatment. *Wood Research*, 79: 23-33, 1993.
 - OLTEAN, L.; TEISCHINGER, A.; HANSMANN, C., Influence of Temperature on Cracking and Mechanical Properties of Wood During Wood Drying – A Review. *BioResources*, 2(4): 789-811, 2007.
 - OLTEAN, L.; TEISCHINGER, A.; HANSMANN, C., Influence of low and moderate temperature kiln drying schedules on specific mechanical properties of Norway spruce wood. *European Journal of Wood Products*, 69(3): 451-457, 2010.
 - PECK, E. C., *Bending Solid Wood to Form*. Agriculture Handbook, No. 125, U. S. Department of Agriculture. Forest Service. USA, 1957.
 - PÉREZ OLVERA, C. P.; DÁVALOS SOTELO, R., Algunas características anatómicas y tecnológicas de la madera de 24 especies de *Quercus* (encinos) de México. *Madera y Bosques*, 14(3): 43-80, 2008.
 - SHIRAZINIA RIGGIONI, M. M., Desarrollo de curvas laminadas-vaporizadas con especies de plantación de rápido crecimiento en Costa Rica. Informe de Práctica de especialidad para optar por el grado de bachiller en Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal. Costa Rica, 2007.
 - SOTOMAYOR CASTELLANOS, J. R., Características mecánicas y clasificación de 150 especies de maderas Mexicanas, *Investigación e Ingeniería de la Madera*. UMSNH, 1(1): 3-22, 2005.
 - SOTOMAYOR CASTELLANOS, J. R., TABLA FITECMA de clasificación de características mecánicas de maderas mexicanas. FITECMA. UMSNH. Formato: 60 x 30 x 60 cm, 2008.
 - TERZIEV, N.; DANIEL, G., Industrial kiln drying and its effect on microstructure, impregnation and properties of Scots pine timber impregnated for above ground use. *Holzforschung*, 56: 434-439, 2002.
 - THOMPSON, W. S., Effect of steaming and kiln drying on the properties of Southern pine poles. *Forest Products Journal*, 19(1): 21-28, 1969.
 - VILLASEÑOR AGUILAR, J. M., Comportamiento higroelástico de la madera de *Pinus douglasiana*. Evaluado mediante ultrasonido, ondas de esfuerzo, vibraciones transversales y flexión estática. Tesis de Maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 2007.
 - WIDMANN, R.; BEKIRCHER, W.; FISHER, A., Mechanical Properties of Thermal Treated Hardwood (Beech): Bending and Tension Strength and Stiffness of Boards. In: Proceedings of the Third European Conference on Wood Modification. United Kingdom, pp. 187-190, 2007.
- De páginas electrónicas**
- KATSURAGI, K., Furniture Maker Tai-Workshop, Japan. En: <http://www.tai-workshop.com/english/index-e.html>. Junio, 2012.

Uso de una guía de alimentación en pacientes con Síndrome Metabólico. Guía alimentaria en Síndrome Metabólico

Use of a food guide in patients with Metabolic Syndrome
Food guide in Metabolic Syndrome

Martha Gabriela Campos Mondragón^{1*},
Margarita Colina González¹

Campos Mondragón, M. G.; González Margarita, C., Uso de una guía de alimentación en pacientes con Síndrome Metabólico. Guía alimentaria en Síndrome Metabólico. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 59, 33-39, 2013.

RESUMEN

El síndrome metabólico (SM) aumenta la probabilidad de morir por enfermedad cardiovascular (ECV). En su tratamiento, es fundamental la modificación de la alimentación. El objetivo del presente estudio consiste en evaluar los cambios en la frecuencia de consumo de alimentos en pacientes con SM, después de seguir una guía de alimentación. Se diagnosticó SM según la Federación Internacional de la Diabetes (IDF) en pacientes adultos, se les indicó seguir las recomendaciones de alimentación de la Asociación Americana del Corazón durante cuatro semanas. Se observó un incremento en la frecuencia de consumo semanal de frutas, verduras y leguminosas; y una notable disminución en el consumo de azúcar y frituras. La guía de alimentación resultó favorable para el balance de macronutrientes, con la mayor ingesta de hidratos de carbono complejos en lugar de simples, mayor aporte de fibra, vitaminas, minerales, y menor proporción de ácidos grasos saturados.

Palabras clave: Alimentación, síndrome metabólico, estilo de vida, fruta, verdura, azúcar.

Keywords: Diet, metabolic syndrome, lifestyle, fruit, vegetables, sugar.

Recibido: 19 de Marzo de 2013, aceptado: 30 de Septiembre de 2013

¹ Facultad de Nutrición, Universidad Veracruzana.

* Autor para correspondencia: marthasigue@yahoo.com.mx

ABSTRACT

The metabolic syndrome (MS) increases the risk of cardiovascular death and disease. It is important to modify the diet as part of the therapy. The purpose of the study was to assess the changes in food intake frequency in MS patients after following a food guide. It was diagnosed MS according to the International Diabetes Federation (IDF) among adult patients; then they followed the feeding recommendations of American Heart Association during four weeks. The frequency on weekly intake increased in fruits, vegetables and legumes, and a most notable decrease in sugar and snacks. The food guide showed modifications that make positive the macronutrients balance, more complex carbohydrates instead of sugars, more fiber, vitamins, minerals, and less saturated fatty acids.

INTRODUCCIÓN

La presencia de síndrome metabólico (SM) se relaciona con un incremento significativo en el riesgo de padecer una enfermedad cardiovascular (ECV) (Rodríguez *et al.*, 2002). Clínicamente se caracteriza por la asociación de hipertensión arterial, dislipidemia (niveles en sangre aumentados de triglicéridos, y disminución de colesterol HDL), obesidad, resistencia a la insulina y concentración elevada de glucosa sanguínea (González *et al.*, 2004).

Un interesante estudio evidenció que entre los sujetos con diagnóstico de SM se reportaron los peores hábitos y estilos de vida, en comparación

con aquellos sin SM (Arpa *et al.*, 2010); por lo que es importante promover hábitos saludables, incluyendo la alimentación.

Las intervenciones educativas son estrategias que fomentan hábitos saludables, entre las que se encuentran las guías alimentarias, las cuales son un instrumento educativo que adapta los conocimientos científicos sobre los requerimientos nutricionales y composición de alimentos en una herramienta práctica que facilita a la población la selección de una dieta saludable.

El grado de cumplimiento de las guías alimentarias y de la pirámide alimentaria se evaluó en la población chilena, mostrando un cumplimiento inferior a 60% de las metas, los comestibles más críticos por su bajo consumo fueron verduras, frutas y lácteos (Pinheiro y Atalah, 2005). En la población chilena también se reportó el desconocimiento del mensaje promocional del programa "5 al día", y un consumo de frutas y verduras por debajo de la recomendación (Zacarías *et al.*, 2009).

Es claro que la adherencia general a las guías es reducida, por lo que los patrones alimentarios actuales conducen al desarrollo de anomalías y SM. Giugliano *et al.* (2006) atribuyeron como patrón dietario asociado a la inflamación del SM, la baja ingesta de frutas, verduras, granos enteros, fibra y antioxidantes; y al consumo excesivo de azúcares refinados, ácidos grasos saturados y *trans*. En la población multiétnica se reportó que las diferencias en HDL y triglicéridos pueden deberse parcialmente a la ingesta de hidratos de carbono. El alto consumo de hidratos de carbono se asoció con mayor nivel de triacilglicerolos en ayunas. Las menores ingestas de azúcares como bebidas, jugos y botanas estuvieron asociadas a niveles más altos de HDL (Merchant *et al.*, 2007).

Así, el cambio en la alimentación debe orientarse a limitar la ingesta de grasa saturada a menos de 7% del valor energético diario, las grasas *trans* a menos de 1% del valor energético, y el colesterol a menos de 300 mg/día. Esto mediante el consumo de una dieta rica en vegetales y frutas, granos enteros, ingesta de pescado –al menos dos veces por semana–, selección de carnes magras, lácteos descremados, y la disminución del consumo de bebidas, azúcar y sal. Tales pautas corresponden a las recomendaciones alimentarias y

de estilo de vida de la Asociación Americana del Corazón, la cual es una estrategia con el propósito de reducir el riesgo de enfermedad cardiovascular en la población general (Lichtenstein *et al.*, 2006).

Un estudio realizado en la población de Puerto Rico reportó que aquellos cuyos hábitos alimentarios se apegaron a las recomendaciones de la Asociación Americana del Corazón, mostraron niveles menores de insulina sérica, menor circunferencia de cintura y mayor concentración de HDL-colesterol (Bhupathiraju *et al.*, 2011).

Para la realización de este trabajo se partió de la hipótesis de que la inclusión de la guía alimentaria modificará favorablemente el consumo de alimentos en sujetos con SM.

Por lo anterior, se planteó como objetivo evaluar el efecto después de 4 semanas de seguimiento de la guía alimentaria de la Asociación Americana del Corazón, sobre los cambios en la frecuencia de consumo de alimentos en sujetos con SM.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los participantes del estudio fueron pacientes del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en la Unidad Metabólica de Alta Especialidad (UMAÉ) No 14, Centro Médico Nacional "Adolfo Ruíz Cortines", en Veracruz, Ver. Se definieron como criterios de inclusión: pacientes de la consulta externa, adultos mayores de 18 años y con diagnóstico de SM según la IDF. El grupo de estudio se conformó por muestreo no probabilístico.

El diagnóstico de SM incluyó los siguientes componentes: obesidad abdominal (circunferencia de cintura ≥ 90 cm en hombres, ≥ 80 cm en mujeres) y dos o más de los siguientes factores de riesgo: presión arterial elevada ($\geq 130/85$ mmHg), hipertrigliceridemia (>150 mg/dL), nivel reducido de HDL colesterol (<40 mg/dL en hombres, <50 mg/dL en mujeres) e hiperglucemia (>100 mg/dL).

Posteriormente, se les brindó una guía de alimentación escrita, basada en las recomendaciones de la Asociación Americana del Corazón (Lichtenstein *et al.*, 2006), la cual se resume en la Tabla 1.

Tabla 1. Recomendaciones de alimentación de la Asociación Americana del Corazón

| Grupo | Frecuencia por semana | Recomendación | Evitar |
|-------------------|-----------------------|---|------------------------------------|
| Frutas y verduras | 7 | Completas | Jugo |
| Cereales | 7 | Integrales | Refinados con azúcar |
| Leguminosas | 7 | Cocidos | Refritos |
| Pescado | 2 | Sardina, atún | Frito |
| Carne | 5 | Sin grasa y piel | |
| Leche | 7 | Descremada | |
| Agua | 7 | Sin azúcar ni sabor | |
| Aceite vegetal | 7 | Sustituir manteca y mantequilla | |
| Azúcar | | | Repostería, refrescos embotellados |
| Sal | | No más de $\frac{3}{4}$ cucharadita/día | |

Además, se les brindaron las siguientes recomendaciones sobre la preparación diaria de alimentos:

1. No añada azúcar extra a sus alimentos y bebidas.
2. Elija y prepare los alimentos con el mínimo de sal o sin ella.
3. Reduzca el consumo de alimentos de repostería altos en calorías.
4. Prepare sus alimentos asados, al horno, al vapor, en lugar de fritos.

La guía se proporcionó a los participantes del grupo de estudio de manera individual. A cada uno se le indicó seguir estas recomendaciones durante cuatro semanas. La frecuencia de consumo de alimentos fue evaluada al inicio y al final de este periodo mediante un instrumento de frecuencia alimentaria, en el cual se valoró la ingesta en días/semana de cereales, carne, frutas, verduras, leguminosas, hidratos de carbono simples y lípidos.

Se realizó un análisis estadístico descriptivo, y se empleó Excel como software para el cálculo de frecuencias relativas y medidas de tendencia central. Así también, este trabajo se desarrolló conforme a los lineamientos de la Declaración de Helsinki, y se contó con el consentimiento informado por escrito de los sujetos del grupo de estudio.

RESULTADOS

El grupo de estudio se conformó por 20 personas con SM, de las cuales 80% fueron mujeres y 20% hombres. La edad promedio del grupo fue de 49.9 ± 12.2 años. El peso y la estatura media (DE) fueron de 78.7 ± 15.0 kg y 156.8 ± 6.0 cm, respectivamente. De acuerdo al índice de masa corporal (IMC), se encontró mayor frecuencia de sobrepeso ($25-29.9$ kg/m²) en 35% de los casos, y de obesidad grado I ($30-34.9$ kg/m²) en 35% más. La dislipidemia más frecuente fue la hipodislipidemia (HDL <40 mg/dl) en 75%, seguido de la hiperlipidemia mixta (colesterol total >200 mg/dl y triacilglicerol >150 mg/dl) en 30%.

La presión arterial y la glucemia elevadas son componentes del SM, los casos de enfermedad evidente fueron de hipertensión, en 40% del grupo; y de diabetes en 20%. Así también, con pre-diabetes se encontró 45%, y con pre-hipertensión 25% de los casos.

En 65% del grupo se halló una combinación de tres alteraciones simultáneas del SM, en 30% una combinación de cuatro alteraciones, y en 5% una combinación de mayor riesgo de cinco anormalidades simultáneas. Las alteraciones del SM ordenadas de la más a la menos frecuente fueron: 1) obesidad, 2) nivel reducido de HDL colesterol, 3) presión arterial elevada e hiperglucemia, y 4) hipertrigliceridemia (Figura 1).

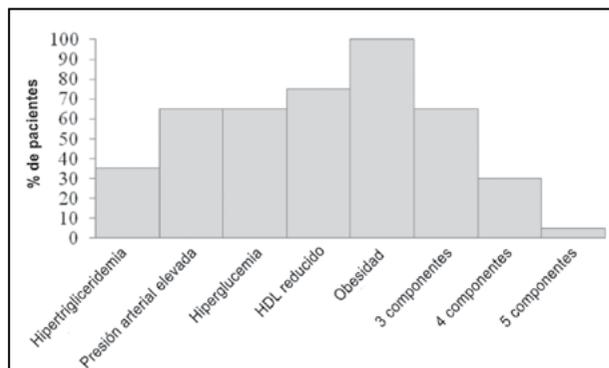


Figura 1. Síndrome Metabólico.

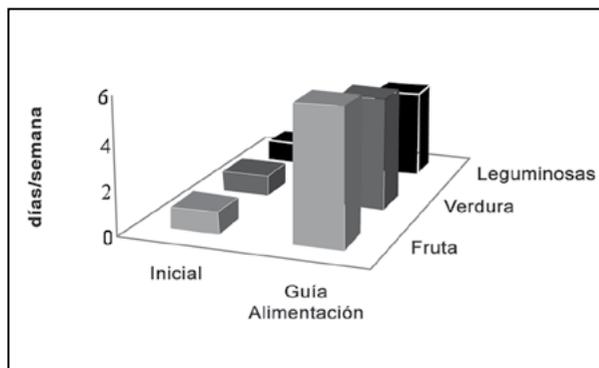


Figura 2. Consumo de vegetales.

La elevada frecuencia del nivel reducido de HDL colesterol en el grupo de estudio coincide con lo reportado en un grupo de adultos de 20 a 40 años en una comunidad rural de México (Echavarría-Pinto *et al.*, 2006). La hiperglucemia se observó en 65% de los adultos, su presencia es el resultado final de un largo proceso de resistencia a la insulina, que sólo se desarrolla cuando ya no es posible mantener una hiperinsulinemia compensatoria con sus consecuencias dismetabólicas. Lo anterior puede relacionarse a la edad de los adultos, pues al aumentar ésta crece también la prevalencia del SM y la complicación de sus componentes (Setayeshgar *et al.*, 2013).

Después de cuatro semanas en las que se les solicitó apegarse a la guía de alimentos, se observó que los cereales más consumidos fueron tortilla de maíz y arroz, la mediana de frecuencia de consumo fue de 5 días/semana y 3 días/semana, respectivamente; siendo también los cereales consumidos con menor frecuencia el pan blanco, las pastas y los cereales de caja. La carne de mayor consumo en el grupo de estudio fue la de pollo (3 días/semana), mientras que la carne de res y el pescado se consumieron 1 día/semana en cada caso. No se consumió carne de cerdo durante el periodo de seguimiento.

La mediana del consumo inicial de los grupos de alimentos de origen vegetal, comparada con el consumo durante la adherencia a la guía de alimentación (Figura 2), muestra que el consumo de fruta se incrementó de 1 a 6 días/semana, el de verdura de 1 a 5 días/semana, y el de leguminosas de 1 a 4 días/semana. Un estudio comunitario en Colombia reportó que la accesibilidad a equipo de transformación y conservación, tales como una licuadora, determina el mayor consu-

mo de estos alimentos (Prada *et al.*, 2007). El beneficio del consumo frecuente de frutas y verduras se ha demostrado en la reducción de 11% del riesgo de ataque cardíaco (Sosa-Rosado, 2010).

La comparación de ingestas al inicio y durante la adherencia a la guía de alimentación muestra también una importante reducción en la frecuencia de alimentos altos en hidratos de carbono simples (Figura 3). En este grupo, la disminución más notable se observa en la ingesta de azúcar, utilizado como endulzante (bien en el agua de bebida, en el café, etcétera), el cual se modificó de una mediana de 6 a 0 días/semana, seguido del jugo embotellado, cuya mediana pasó de 4 a 0 días/semana. Aunque el refresco y el yogurt de fruta se consumieron en el periodo del estudio, su frecuencia se redujo en ambos casos a una mediana de 1 día/semana. Nieve y mermelada también mostraron disminución en su frecuencia de consumo. Tales reducciones se consideran positivas en los pacientes con SM, debido a que las dietas con bajo contenido en hi-

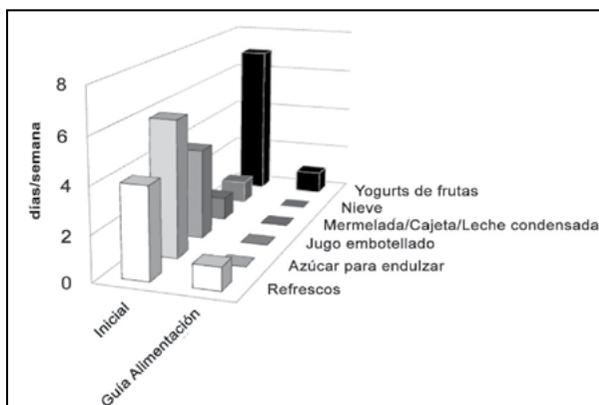


Figura 3. Consumo de hidratos de carbono simples.

dratos de carbono simples son capaces de mejorar la sensibilidad a la insulina (Matía *et al.*, 2007).

Con relación al consumo de alimentos ricos en grasa, la reducción más notable se observó en las frituras (entre las que se incluyeron papas, plátanos, botanas, etcétera), cuya mediana se modificó a un consumo de 6 a 0 días/semana. La ingesta de los demás alimentos de este grupo se redujo de manera importante, como se muestra en la Figura 4 en el consumo de galletas, tortilla de harina, empanadas y panadería dulce. La disminución de las frituras reduce el consumo de grasa y particularmente de ácidos grasos saturados y de ácidos grasos *trans*, cuya ingesta en exceso se relaciona con las alteraciones del metabolismo hidrocarbonado y con el SM en general (Matía *et al.*, 2007).

DISCUSIÓN

El comportamiento alimentario del grupo de pacientes con SM, evaluado en el momento inicial del periodo de intervención, se caracterizó por una ingesta deficiente de frutas y verduras; y un consumo elevado de azúcar, refresco y alimentos fritos. Estos hábitos se asocian a las anomalías del SM observadas en los pacientes. Lo anterior coincide con un estudio en adolescentes con SM, en el que se reportó que en sus hábitos alimentarios predominaban los alimentos obesogénicos, tales como frituras y galletas (Pedrozo *et al.*, 2008). Así también, en la población libanesa Naja *et al.* (2013) identificaron un patrón alimentario al que denominaron "comida rápida/postre", el cual mostró la mayor probabilidad de SM. Este patrón alimentario se caracterizó por un consumo elevado de sándwiches, pizzas y pies, postres, bebidas carbonatadas y jugos.

Posterior a la incorporación de la guía de alimentación, se observó la introducción de pescado con una frecuencia mediana de 1 vez por semana. Aunque la guía recomienda un consumo semanal de dos veces, la introducción de pescado en la dieta mejora el pronóstico de salud del grupo evaluado, pues un reciente meta-análisis sugiere que consumir pescado una vez por semana reduce la incidencia de enfermedad cardiovascular en 9% (Li *et al.*, 2013). Así también, este meta-análisis reportó que cuando la frecuencia del consumo de pescado es superior a 5 veces por semana, la incidencia de enfermedad car-

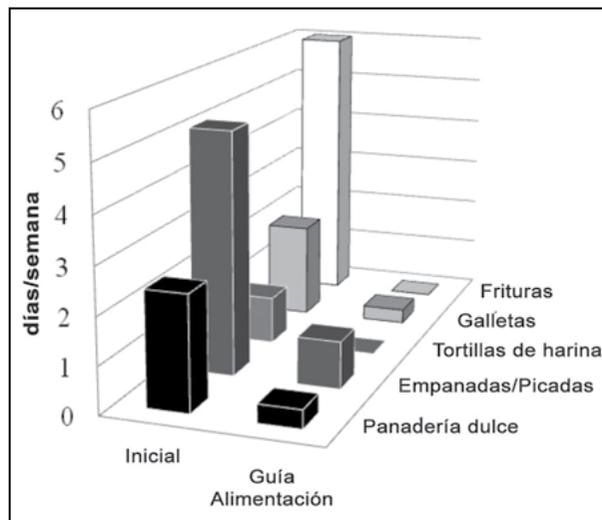


Figura 4. Consumo de lípidos.

diaca disminuye en 14%, por lo que es importante promover la ingesta de este alimento en el grupo con SM (Li *et al.*, 2013).

Las frutas se incorporaron con más frecuencia a la dieta semanal del grupo, seguidas de las verduras y finalmente de las leguminosas. Un estudio en Brasil concluyó que la ingesta de frutas y vegetales evita la presencia de SM, mientras que el consumo de frutas protege del SM y de sus componentes, tales como obesidad e hipertrigliceridemia (Castanho *et al.*, 2013). Si bien incrementó el consumo de alimentos de origen vegetal, éste no se observó con una frecuencia diaria como recomienda la guía, por lo que es necesario insistir en la adopción de este hábito preservador del SM.

En el grupo de los cereales, el más consumido fue la tortilla. Un estudio en modelos murinos mostró que los alimentos a base de maíz, típicos de una dieta mexicana, generaron un efecto protector en comparación con el grupo que recibió una solución de sacarosa a 30% (Muñoz Cano *et al.*, 2013). De igual manera, se observó una menor frecuencia del consumo de alimentos del grupo "alto en hidratos de carbono simples o azúcares", principalmente de refrescos, azúcar para endulzar, jugo embotellado y yogurts de frutas, contribuyendo de manera favorable al equilibrio de hidratos de carbono en la dieta del grupo.



Paciente con Síndrome Metabólico.

Fuente: Foto propia.

Además de los azúcares, también disminuyó la constancia del consumo del grupo "alto en lípidos", principalmente frituras y empanadas/picadas. La modificación de estos hábitos también ha sido reportada por la aplicación de una intervención educativa con técnicas grupales (demostraciones, sociodramas, discusión en grupo, entre otras) en pacientes con diabetes, en los cuales redujo 10% el consumo diario de manteca, e incrementó el de aceite en 13%, y redujo el consumo de azúcar simple de 30% a 10% (Arauz *et al.*, 1997). Cabe agregar, que en intervenciones más prologadas, el seguimiento telefónico ha mostrado mejorar la adherencia a las recomendaciones de alimentación en sujetos con SM (Fappa *et al.*, 2012).

CONCLUSIONES

Para cumplir en su totalidad las recomendaciones de la guía alimentaria, y proporcionar así a los sujetos con SM el efecto cardio-protector de la dieta, resulta importante incentivar en ellos el consumo de pescado, frutas, verduras y leguminosas. No así, se estima que todos los cambios logrados en conjunto favorecen el balance de macronutrientes en la dieta de los pacientes, principalmente con la ingesta de hidratos de carbono complejos en lugar de simples, mayor aporte de fibra, vitaminas y nutrientes inorgánicos, y menor proporción de ácidos grasos saturados. Por lo anterior, la aplicación de la guía de alimentación, basada en las recomendaciones de la Asociación Americana del corazón, resultó en modificaciones de consumo positivas para el tratamiento del SM.

Limitaciones

La principal limitación de nuestro estudio fue el reducido tamaño muestral, por lo que no se pretende realizar generalizaciones a partir de los presentes resultados.

Agradecimientos

A los integrantes del cuerpo académico Alimentos y Nutrición de la Facultad de Nutrición Veracruz, Universidad Veracruzana, doctora Cinthia Macossay Moreno, maestra Alejandra Báez Jiménez y doctor Raúl Díaz Vega, por sus valiosos comentarios de fondo y de forma.

LITERATURA CITADA

- ARAUZ, A.; ROSELLÓ, M.; PADILLA, G.; RODRÍGUEZ, O.; JIMÉNEZ, M.; GUZMÁN, S., Modificación de prácticas alimentarias en diabéticos no insulino dependientes: efectos de una intervención educativa multidisciplinaria. *Revista Costarricense de Ciencias Médicas*, 18(1): 15-29, 1997.
- BHUPATHIRAJU, S.; LICHTENSTEIN, A.; DAWSON-HUGHES, B.; TUCKER, K., Adherence Index Based on the AHA 2006 Diet and Lifestyle Recommendations Is Associated with Select Cardiovascular Disease Risk Factors in Older Puerto Ricans. *Journal of Nutrition*, 141: 460-469, 2011.
- CASTANHO, G.; CASTILHO MARSOLA, F.; PORTERO MCLELLAN, K.; NICOLA, M.; MORETO, F.; BURINI, R., Consumo de frutas, verduras e legumes associado à Síndrome Metabólica e seus componentes em amostra populacional adulta. *Ciência & Saúde Coletiva*, 18(2): 385-392, 2013.
- ECHAVARRÍA-PINTO, M.; HERNÁNDEZ-LOMELÍ, A.; ALCOGER-GAMBA, M.; MORALES-FLORES, H.; VÁZQUEZ-MELLADO, A., Síndrome metabólico en adultos de 20 a 40 años en una comunidad rural mexicana. *Revista Médica del Instituto Mexicana del Seguro Social*, 44(4): 329-335, 2006.
- FAPPA, E.; YANNAKOULIA, M.; IOANNIDOU, M.; SKOUMAS, Y.; PITSAVOS, C.; STEFANADIS, C., Telephone Counseling Intervention Improves Dietary Habits and Metabolic Parameters of Patients with the Metabolic Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *The Review of Diabetic Studies*, 9(1): 36-45, 2012.

- GIUGLIANO, D.; CERIELLO, A.; ESPOSITO, K., The Effects of diet on inflammation. *Journal of American College of Cardiology*, 48: 677-685, 2006.
 - LI, Y.; ZHOU, C.; PEI, H.; ZHOU, X.; LI, L.; WU, Y.; HUI, R., Fish consumption and incidence of heart failure: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Chinese Medical Journal*, 126(5): 942-948, 2013.
 - LICHTENSTEIN, A.; APPEL, L.; BRANDS, M.; CARNETHON, M.; DANIELS, S.; FRANCH, H.; FRANKLIN, B.; KRIS-ETHERTON, P.; HARRIS, W.; HOWARD, B.; KARANJA, N.; LEFEVRE, M.; RUDEL, L.; SACKS, F.; VAN HORN, L.; WINSTON, M.; WYLIE-ROSETT, J., Diet and Lifestyle Recommendations Revision 2006: A Scientific Statement From the American Heart Association Nutrition Committee. *Circulation*, 114: 82-96, 2006.
 - MATÍA, P.; LECUMBERRI, E.; CALLE, A., Nutrición y síndrome metabólico. *Revista Española de Salud Pública*, 81: 489-505, 2007.
 - MERCHANT, A.; ANAND, S.; KELEMEN, L.; VUKSAN, V.; JACOBS, R.; DAVIS, B.; TEO, K.; YUSUF, S., Carbohydrate intake and HDL in a multiethnic population. *American Journal of Clinical Nutrition*, 85: 225-230, 2007.
 - MUÑOZ CANO, J.; CARRILLO AGUILAR, A.; CÓRDOVA HERNÁNDEZ, J., Lipid-lowering effect of maize-based traditional Mexican food on a metabolic syndrome model in rats. *Lipids in Health and Disease*, 12(35): 1-6, 2013.
 - NAJA, F.; NASREDDINE, L.; ITANI, L.; ADRA, N.; SIBAI, A.; HWALLA, N., Association between dietary patterns and the risk of metabolic syndrome among Lebanese adults. *European Journal of Nutrition*, 52: 97-105, 2013.
 - PEDROZO, W.; CASTILLO RASCÓN, M.; BONNEAU, G.; IBÁÑEZ DE PIANESI, M.; CASTRO OLIVERA, C.; JIMÉNEZ DE ARAGÓN, S.; CEBALLOS, B.; GAUVRY, G., Síndrome metabólico y factores de riesgo asociados con el estilo de vida de adolescentes de una ciudad de Argentina, 2005. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 24(3): 149-60, 2008.
 - PINHEIRO, A.; ATALAH, E., Propuesta de una metodología de análisis de la calidad global de la alimentación. *Revista Médica de Chile*, 133: 175-182, 2005.
 - PRADA, G.; DUBEIBE, L.; HERRÁN, O.; ANAYA, H., Evaluación del impacto de un ensayo comunitario sobre el consumo de frutas y verduras en Colombia. *Salud Pública de México*, 49: 11-19, 2007.
 - GONZÁLEZ, A.; LAVALLE, F.; RÍOS, J., *Síndrome metabólico y enfermedad cardiovascular*. Escuela de Medicina. Universidad Anáhuac. México: Intersistemas Editores, 2004.
 - RODRÍGUEZ, A.; SÁNCHEZ, M.; MARTÍNEZ, L., Síndrome Metabólico. *Revista Cubana de Endocrinología*, 13(3): 238-252, 2002.
 - SOSA-ROSADO, J., Tratamiento no farmacológico de la hipertensión arterial. *Anales de la Facultad de Medicina*, 71: 241-244, 2010.
 - SETAYESHGAR, S.; WHITING, S.; VATANPARAST, H., Prevalence of 10-Year Risk of Cardiovascular Diseases and Associated Risks in Canadian Adults: The Contribution of Cardiometabolic Risk Assessment Introduction. *International Journal of Hypertension*, 2013: 1-8, 2013.
 - ZACARÍAS, I.; RODRÍGUEZ, L.; LERA, L.; HILL, R.; DOMPER, A.; GONZÁLEZ, D., Consumo de verduras y frutas en centros de salud y supermercados, de la región metropolitana de Chile: programa 5 al día. *Revista Chilena de Nutrición*, 36(2): 159-168, 2009.
 - ZIMMET, P.; ALBERTI, G.; RÍOS, M., Una nueva definición mundial del síndrome metabólico propuesta por la Federación Internacional de Diabetes: fundamento y resultados. *Revista Española de Cardiología*, 58(12): 1371-1376, 2005.
- De páginas electrónicas**
- ARPA, A.; GONZÁLEZ, O.; VEGA, C., Hábitos y estilos de vida asociados al síndrome metabólico. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 39(1), 2010. En: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572010000100003&lng=es [fecha de consulta 2012 Sep 17]

Análisis del efecto de las becas económicas en el rendimiento escolar en una institución de nivel medio superior

Analysis of the effect of economic school scholarships in academic performances at pre-university level

Eduardo Martínez Mendoza ^{1*},
Roberto Martínez Mendoza ²

Martínez Mendoza, E.; Martínez Mendoza, R., Análisis del efecto de las becas económicas en el rendimiento escolar en una institución de nivel medio superior. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 59, 40-46, 2013.

RESUMEN

En México, en los años recientes se han impulsado programas de becas para garantizar el acceso a la educación de los sectores menos favorecidos económicamente. Cuando los alumnos reciben una beca económica, generalmente adquieren el compromiso de obtener un promedio mínimo para conservarla, lo cual puede propiciar que mejoren su rendimiento escolar. El presente trabajo analiza si el rendimiento escolar de los alumnos, cuando son beneficiarios de una beca económica, es mejor respecto a quienes no gozan de este beneficio. Se analizó el semestre agosto 2012-enero 2013 en un bachillerato agropecuario, en el estado de Oaxaca. No se encontró diferencia estadística significativa entre los promedios de becarios y no becarios; no obstante, la mayoría de los promedios obtenidos por alumnos con beca son mayores a los de alumnos sin beca.

Palabras clave: Rendimiento académico, becas, bachillerato agropecuario, estadística descriptiva.

Keywords: Academic performance, scholarships, agricultural school, statistical descriptive.

Recibido: 27 de Mayo de 2013, aceptado: 30 de Septiembre de 2013

¹ Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad del Istmo-Campus Tehuantepec.

² Departamento de Planeación, Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 77.

* Autor para correspondencia: ed_mtzm@hotmail.com

ABSTRACT

In Mexico, in recent years, there has been several driven scholarship programs to ensure access to education for the social sector economically in disadvantaged. When students get an economic scholarship they generally acquire the commitment to obtain a minimum average in order to keep it, this can lead to improvement in academic performances. This paper analysis whether the academic efficiency of students who are beneficiaries of economic scholarship, are better compared to those who do not enjoy this benefit. This analysis took place during the semester August 2012 - January 2013 in an agricultural high school in Oaxaca. There was no statistically significant difference between the averages of scholarship student and those without a scholarships, however, the averages obtained by scholarship students are higher than those obtained by students without a scholarship.

INTRODUCCIÓN

En México, de acuerdo con la Subsecretaría de Educación Superior, "en la última década la matrícula de la educación media superior creció en 41 por ciento". La misma dependencia pública afirma que en la educación media superior "la participación del grupo de edad de 16 a 18 años en el Distrito Federal es cercana a 80 por ciento, en Chiapas, Puebla y Oaxaca es menor a 44 por ciento. Las diferencias entre las entidades federativas se acentúan aún más en el caso de las poblaciones rurales que habitan en asentamientos muy pequeños, los trabajadores migrantes y los indígenas".

La Secretaría de Educación Pública (2012) afirma que la eficiencia terminal de la educación media superior, en el ciclo escolar 2011-2012, fue de 63.3%, y la deserción escolar de 13.7%. En Oaxaca, la eficiencia terminal y deserción escolar fueron de 64.5% y 13.5%, respectivamente. En México, 1800 alumnos abandonan el bachillerato al día; esto es, en promedio 74 estudiantes cada hora, y un joven proveniente de los hogares más prósperos tiene una probabilidad tres veces mayor de estudiar el bachillerato que un joven del estrato más desfavorecido, quien además presenta un riesgo tres veces menor de abandonar la escuela (Toribio, 2013).

La Subsecretaría de Educación Superior afirma que en México, entre las causas de la baja eficiencia terminal sobresalen la deficiente orientación vocacional de los estudiantes, la rigidez de los programas educativos, y su dificultad para actualizarse oportunamente; así como la interrupción de los estudios por motivos económicos.

A fin de revertir la deserción escolar en el nivel medio superior durante los últimos años, en México, se han creado programas de becas y apoyos escolares, como el que describe Toribio (2013), donde se presenta un programa de becas con el objetivo de disminuir de 15% a 7% la tasa deserción escolar, en el nivel medio superior entre 2013 y 2018.

De acuerdo con Buena-Casal, Guillén-Riquelme, Bermúdez y Sierra (2011), y Martínez-Martínez (2012), los programas de becas incentivan el incremento de la matrícula estudiantil. Sin embargo, es necesario preguntarse, ¿cómo es el rendimiento escolar de los alumnos cuando gozan de una beca económica?

Berlanga, Figuera y Pons (2013) encontraron que el efecto de la *beca salario* sobre el rendimiento de los estudiantes en el primer año universitario no es concluyente. Rojas-Ortega y Pirrón-Curiel (2009) afirman que no existen diferencias significativas en los promedios de calificaciones de los estudiantes antes y después de su incorporación a un programa de becas; sin embargo, aseguran que los estudiantes que reciben el apoyo y estímulo de una beca, se esfuerzan por mantener sus promedios de calificaciones, obteniendo un buen nivel de aprovechamiento durante su trayectoria escolar.

El presente trabajo analiza el rendimiento escolar, en un bachillerato agropecuario situado en la mixteca oaxaqueña, su área de influencia abarca municipios de alta y muy alta marginación. Se investiga el impacto de las becas económicas sobre el promedio de los alumnos. La institución de estudio brinda a sus alumnos becas de la Subsecretaría de Educación Media Superior (SEMS), que se otorgan en función a los resultados de un estudio socioeconómico, bajo el compromiso de aprobar todas las materias cursadas.

El rendimiento académico es la resultante de una multiplicidad de factores, que van desde los personales, los relacionados con el entorno familiar y social en el que se mueve el alumno, los dependientes de la institución y los que dependen de los docentes (Ruiz *et al.*, 2010). Para Tejedor y García-Valcárcel (2007: 445) en educación, lo habitual es identificar el rendimiento con los resultados, que pueden ser inmediatos; esto es, en "sentido estricto, medido mediante la presentación de exámenes o éxito de las pruebas (calificaciones)". Aunque "las calificaciones como medida de rendimiento han sido objeto de diversas críticas" (Rodríguez y Ruiz, 2009: 469), en el sistema educativo mexicano el rendimiento escolar es medido a través de calificaciones, y según Lezcano *et al.* (2007) "el indicador [...] en la práctica en la totalidad de los países desarrollados y en vías de desarrollo, ha sido, sigue y probablemente seguirán siendo las calificaciones escolares".

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron los promedios finales obtenidos por los estudiantes en el semestre agosto 2012-enero 2013, en el cual la escuela bajo estudio se componía de 6 grupos en la especialidad en Informática, con 152 alumnos; y 13 grupos de la especialidad Agropecuaria, que en total sumaban 246 alumnos. Se identificó en cada grupo a los alumnos que reciben una beca económica, y se clasificó a los alumnos en cada semestre en las categorías: *sin beca* y *con beca*. Esta clasificación se realizó empleando Excel 2010™. Durante el semestre analizado, existieron dos grupos en los que ningún alumno era beneficiario de beca económica, en tanto, existió un grupo con ocho beneficiados. Ante tal escenario, el análisis se limitó sólo a investigar la posible diferencia entre los promedios obtenidos por los alumnos –por semestre–, en función de ser o no becados.

Inicialmente, se empleó estadística descriptiva a fin de conocer el desempeño de los grupos, separándolos por especialidad. Los estadísticos utilizados fueron la media, varianza y mediana. Se manejó el diagrama de cajas múltiple para realizar el análisis descriptivo, con lo cual se permitió conocer el comportamiento de los promedios de los alumnos, y compararlos por especialidad. Aunque brindó una visión rápida sobre el desempeño de los grupos, no permitió concluir si los alumnos beneficiados por una beca económica obtuvieron un promedio mayor respecto a quienes no gozaron de este beneficio. Por lo cual, se emplearon pruebas de hipótesis estadísticas.

Una vez clasificados los promedios de los alumnos por especialidad, y considerando si eran o no beneficiarios de beca, antes de aplicar las pruebas estadísticas se realizaron las pruebas de independencia, normalidad y homocedasticidad, recomendadas por Díaz (2009). Cuando se cumplieron estos supuestos, se empleó la prueba *t* para contrastar la diferencia entre los promedios de los alumnos. Cuando no se cumplieron, se utilizó la prueba Mann-Whitney-Wilcoxon a fin de comparar las medianas de los promedios. Para realizar el análisis estadístico se utilizó el software Minitab 16³ (versión de evaluación).

RESULTADOS

En la Figura 1 se muestran los promedios obtenidos por los alumnos de primer y tercer semestres, de acuerdo a su especialidad. En los estudiantes de primer semestre se distingue una clara diferencia entre las calificaciones obtenidas en las materias TIC e inglés, y se aprecia amplia dispersión entre los promedios obtenidos por los alumnos. En el tercer semestre, las materias de geometría analítica e inglés III muestran comportamientos distintos de acuerdo a la especialidad de los estudiantes, y una dispersión menor, respecto a las calificaciones de los estudiantes de primer semestre. Esto indica que no existe mucha diferencia entre las calificaciones de los alumnos.

El mismo análisis se realizó para el quinto semestre, donde las materias que muestran un comportamiento distinto son física II y el módulo de especialidad en Informática, y las medianas obtenidas corresponden a calificaciones mayores a siete; además, el diagrama de cajas generado mostró una dispersión menor respecto a la Figura 1.

Debido a que los grupos de la misma especialidad no muestran el mismo comportamiento, se generó un diagrama de cajas múltiple para

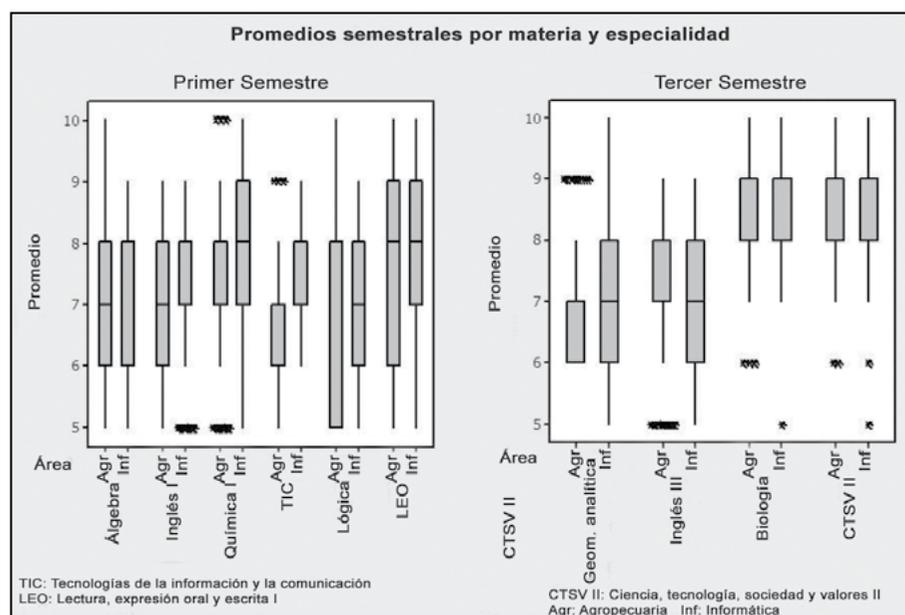


Figura 1. Diagrama de cajas para promedios semestrales por especialidad.

Fuente: Elaboración propia.

³ Obtenido de <http://www.minitab.com/es-US/products/minitab/free-trial.aspx>

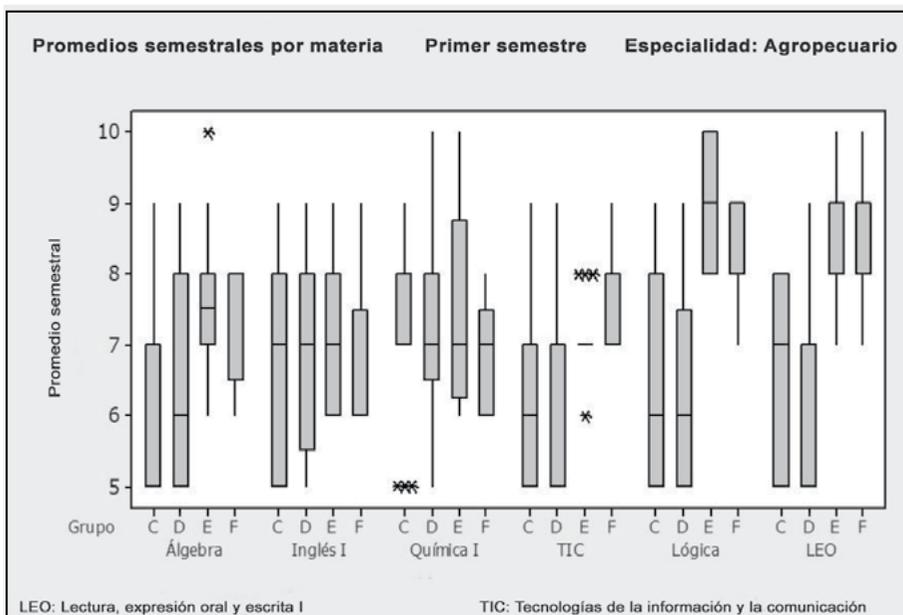


Figura 2. Diagrama de caja para el primer semestre de la especialidad agropecuaria.
Fuente: Elaboración propia.

analizar cada especialidad por semestre, como se muestra en la Figura 2.

La Figura 2 permite apreciar el distinto comportamiento entre los grupos de primer semestre de la especialidad Agropecuario. En las materias lógica, lectura, expresión oral y escrita, los grupos E y F obtuvieron calificaciones más altas, y con menor dispersión respecto a los grupos C y D. Esto permitirá profundizar en el tema para responder a la pregunta: ¿cuáles son los factores que inciden para que se presente esta diferencia en el rendimiento académico de estos grupos?, planteamiento oculto para la institución hasta este momento.

Aunque las Figuras 1 y 2 permiten conocer y comparar los promedios obtenidos por los alumnos, no posibilita establecer si existe una diferencia significativa entre los grupos, y más aún entre alumnos beneficiados por una beca económica y quienes no la reciben. Por lo cual, se aplicaron pruebas de hipótesis.

Primer semestre

Se clasificó a los alumnos de cada grupo en función de ser o no becarios, nombrándolos como *sin beca* y *con beca*, para realizar análisis exploratorio sobre el comportamiento de las calificaciones, que se muestra en la Figura 3.

Se distingue un comportamiento distinto entre los alumnos en las materias de inglés I, lógica y lectura, expresión oral y escrita; sin embargo, no se puede concluir si la diferencia en éstas y las otras materias son significativas. Se realizó una prueba de hipótesis para analizar la significancia estadística de los promedios mostrados en la Figura 3.

Por el análisis de corridas sobre la mediana, cuyo *p-valor* fue de 0.77 para *sin beca* y 0.72 *Con beca*, se infiere que existe independencia entre los datos; de la prueba de normalidad, con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que los datos para promedios *sin beca* no se ajustan a una distribución normal. En el análisis de homocedasticidad, se deduce que existe diferencia entre las varianzas de los grupos. Al no cumplirse los supuestos de normalidad y homocedasticidad, se decidió emplear estadística no paramétrica para realizar el contraste de hipótesis.

De acuerdo con Anderson y Sweeney (2008: 825) la prueba Mann-Whitney-Wilcoxon "no requiere que los datos sean de intervalo ni tampoco que las poblaciones estén normalmente distribuidas". Se realizó una prueba para contrastar las siguientes hipótesis: H_0 : Los alumnos con beca obtienen un promedio igual o mayor respecto a quienes no la tienen, *versus* H_1 : Los alumnos con beca obtienen un promedio menor respecto a quienes no la tienen.

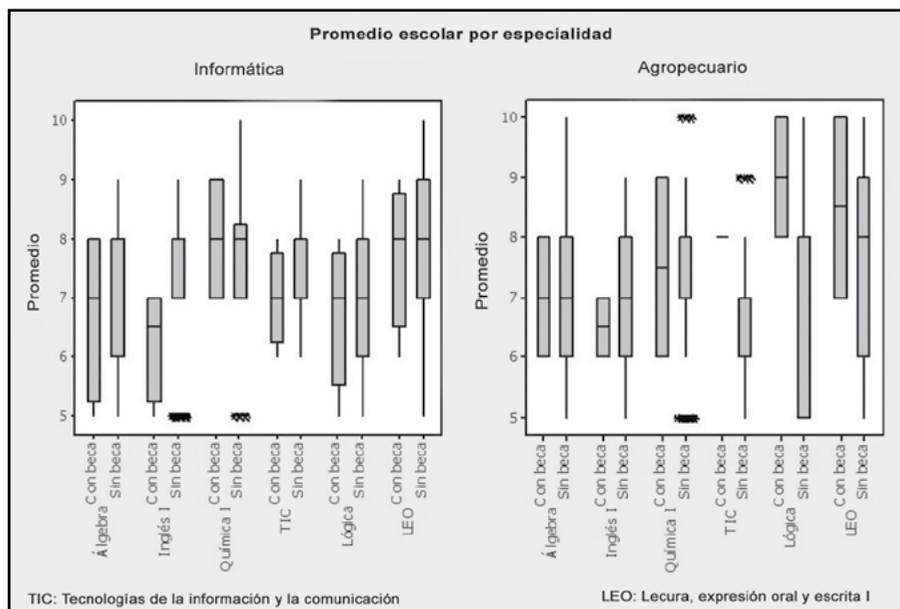


Figura 3. Promedio escolar por especialidad *Con beca* y *Sin beca* para primer semestre.

Fuente: Elaboración propia.

La prueba indica que es relevante a un nivel de 0.4193, y debido a que el nivel de significancia fue fijado en 0.05, *no existe diferencia representativa* en el promedio obtenido por los alumnos, cuando son o no beneficiarios de una beca económica.

Tercer semestre

Al analizar los datos del tercer semestre se verificaron los supuestos de independencia, normalidad y homocedasticidad. El nivel de significancia fijado para todas las pruebas fue de 0.05. En la prueba de corridas el *p-valor* para *sin beca* fue de 0.271, y para *con beca* de 0.728; por lo cual, existe independencia en los datos. En la prueba de normalidad, el *p-valor* obtenido para *sin beca* fue de 0.157, y para *con beca* de 0.005, por lo cual, este supuesto no se cumple. El *p-valor* para la prueba F de homocedasticidad fue de 0.042, por lo que no se cumplen dos de los tres supuestos requeridos para aplicar la prueba *t*.

Se empleó la prueba de Mann-Whitney-Wilcoxon. Se formularon las siguientes hipótesis: H_0 : Los alumnos con beca obtienen un promedio igual o mayor respecto a quienes no la tienen, versus H_1 : Los alumnos con beca obtienen un promedio menor respecto a quienes no la tienen.

Debido a que el *p-valor* obtenido fue de 0.646, con un nivel de significancia de 0.05, se

concluye que *no existe diferencia significativa* entre el promedio obtenido por los alumnos cuando son beneficiarios o no de una beca económica. Sin embargo, en el análisis gráfico realizado –de manera similar a los datos del primer semestre–, se observó que el primer cuartil *con beca* es mayor a la mediana de *sin beca*. Esto es muy importante, debido a que la mayoría –tres cuartas partes– de los promedios *con beca* es mayor a la mitad de los promedios *sin beca*.

Quinto semestre

El nivel de significancia para las pruebas fue de 0.05. Al realizar la prueba de corridas el *p-valor* para *sin beca* fue de 0.781, y de 0.690 para *con beca*, por tanto, existe independencia. En la prueba de normalidad se obtuvo un *p-valor* de 0.297 y 0.153 para *sin beca* y *con beca*, respectivamente. En la prueba de igualdad de varianzas, debido a que el *p-valor* es de 0.999, se confirmó la existencia de homocedasticidad.

Se compararon los promedios semestrales con la prueba *t*, y un nivel de significancia de 0.05. Las hipótesis fueron: H_0 : promedio semestral *con beca* \geq promedio semestral *sin beca*, versus H_1 : promedio semestral *con beca* $<$ promedio semestral *sin beca*.

El *p-valor* obtenido fue 1.00, por lo tanto, se concluye que no existe evidencia para no

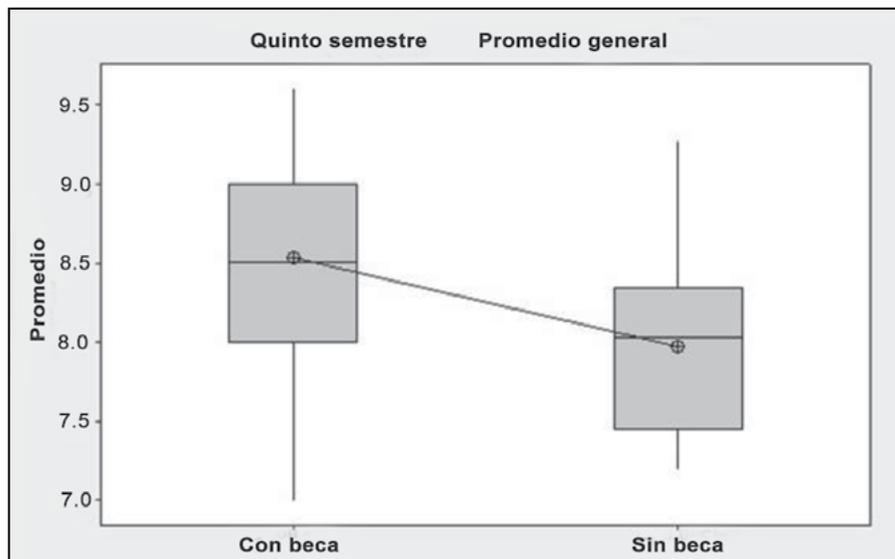


Figura 4. Promedio semestral de quinto semestre.

Fuente: Elaboración propia.

aceptar la hipótesis nula. La Figura 4 muestra el comportamiento de las calificaciones obtenidas por los alumnos de quinto semestre. Aunque no existe diferencia estadística significativa, el análisis gráfico realizado mostró que los alumnos con beca obtienen promedios mayores respecto a quienes no la tienen.

El análisis revela características desconocidas hasta ahora en la institución. La diferencia entre las calificaciones obtenidas por los alumnos es mayor en el primer semestre, en tanto que en los semestres tercero y quinto, la dispersión disminuye; y aunque el análisis revela que las diferencias no son significativas estadísticamente, las gráficas muestran que los alumnos con beca obtienen promedios mayores.

DISCUSIÓN

Es importante resaltar que la no existencia de diferencia estadísticamente significativa, no implica, como en este caso, que las diferencias existentes no sean relevantes en términos reales. El análisis gráfico presentado muestra que la mayoría de los promedios obtenidos *con beca* son mayores a los obtenidos *sin beca*, este comportamiento se manifiesta en mayor medida en los semestres tercero y quinto, y puede deberse al compromiso adquirido por mantener un promedio mínimo para conservarla. Considerando que la zona de influencia de la escuela en estudio comprende municipios de alta

y muy alta marginación, las becas económicas, además de apoyar a los estudiantes en sus gastos, incide en disminuir la reprobación y el abandono escolar en los alumnos que gozan de ellas.

Los promedios de primer semestre manifiestan un comportamiento diferente a los de tercero y quinto semestre. Es necesario analizar si históricamente el comportamiento es similar; de ser así, permitiría establecer estrategias de atención y/o acompañamiento de los alumnos para incrementar su rendimiento académico en su llegada al bachillerato, de lo contrario, sería conveniente analizar las causas que han motivado este comportamiento.

Ante las diferencias que muestran en la misma asignatura los grupos de la misma especialidad, se debe realizar un análisis para identificar las características de los grupos que obtienen promedios más altos y con menor dispersión.

Generalmente los departamentos de servicios escolares están dedicados a trámites y control de documentos. No obstante, cuando se entrelazan de manera horizontal con otros departamentos –como en este caso de estudio– como el de planeación, se puede obtener información valiosa, que permita conocer de manera clara el desempeño de los estudiantes, que deriven en nuevas estrategias de gestión y/o fortalecimiento de las existentes.

CONCLUSIONES

El presente trabajo permitió conocer que estadísticamente no existe diferencia entre los promedios semestrales de alumnos becados y no becados, aunque cabe destacar que en tercero y quinto semestres esto se debe a su dispersión y no a su medida de tendencia central, pues en estos semestres los estudiantes obtienen en su mayoría notas más altas.

En alumnos becados la reprobación disminuye, el análisis gráfico muestra que sus promedios son mayores respecto a los alumnos no becados.

Se desarrolló una nueva estrategia para analizar la información académica en el plantel. Este análisis no se había realizado en la institución de estudio. Haber identificado a los grupos con mejor desempeño puede ser empleado para analizar sus características, y establecer estrategias a fin de replicarlas en otros grupos.

Se abren interrogantes a investigar para fortalecer y mejorar la gestión actual, aun desconocidas por la institución.

LITERATURA CITADA

- ANDERSON, D. R. & SWEENEY, D. J., Estadística para administración y economía. México: Cengage learning, 2008.
 - BERLANGA, V., FIGUERA, P. & PONS, E., Incidencia de la beca salario: Impacto, perfil y rendimiento de los estudiantes. *Relieve*, 19(2), 2013.
 - BUELA-CASAL, G., GUILLÉN-RIQUELME, A., BERMÚDEZ, M. & SIERRA, J., Análisis del rendimiento en el doctorado en función de las becas de Formación de Profesorado Universitario y de Formación de Personal Investigador. *Cultura y Educación*, 23(2): 273-283, 2011.
 - DÍAZ N., V. P., Errores estadísticos frecuentes al comparar dos poblaciones independientes. *Revista Chilena de Nutrición*, 36(4): 1136-1138, 2009.
 - LEZCANO, D., COSCARELLI, N., Albarracin, S., Medina, M., Irigoyen, S., Mosconi, E. y otros, Incidencia del rendimiento académico en la duración de la carrera de egresados de la FOLP. VII Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria en América del Sur. Mar del Plata: Universidad Nacional del Mar del Plata, 2007.
 - LLINÁS SOLANO, H. & ROJAS ÁLVAREZ, C., Estadística descriptiva y funciones de probabilidad. Colombia: Ediciones Uninorte, 2006.
 - MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, O. A., Efectos de las becas educativas del programa Oportunidades sobre la asistencia escolar. El caso de la zona urbana del noreste de México. *Desarrollo y Sociedad*, (69): 99-131, 2012.
 - RODRÍGUEZ AYÁN, N. & RUIZ DÍAZ, M. A., Indicadores de rendimiento de estudiantes universitarios: calificaciones versus créditos acumulados. *Revista de Educación*, (355): 467-492, 2009.
 - ROJAS-ORTEGA, M., & PIRRÓN-CURIEL, M., Efectos del financiamiento de la educación superior a través de becas en el Instituto Politécnico Nacional. Caso ESCA Tepepan. 9º Congreso Internacional Retos y Expectativas de la Universidad. D.F., México (18-20 de junio de 2009).
 - RUIZ, G., RUIZ, J., & RUIZ, E., Indicador global de rendimiento. *Revista Iberoamericana de Educación*, 52(4), 2010.
 - TEJEDOR TEJEDOR, F. J., & GARCÍA-VALCÁRCEL MUÑOZ-RESPIDO, A., Causas del bajo rendimiento del estudiante universitario (en opinión de los profesores y alumnos). Propuestas de mejora en el marco del EEES. *Revista de Educación*, 443-473, 2007.
- De páginas electrónicas**
- Secretaría de Educación Pública, 11 de 2012. Secretaría de Educación Pública. Recuperado el 05 de 06 de 2013, en http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/1899/2/images/principales_cifras_2011_2012.pdf
 - Subsecretaría de Educación Superior. (s.f.). Subsecretaría de Educación Superior. Recuperado el 12 de 07 de 2013, en http://ses2.sep.gob.mx/somos/de/pne/tercera_parte/educacion_media_superior/principales_problemas_y_retos.htm
 - Toribio, L., 23 de 07 de 2013. *Excelsior*. Recuperado el 23 de 07 de 2013 en <http://www.excelsior.com.mx/nacional/2013/07/23/910118>

Aseadores de calzado en la vía pública. Un estudio de caso para la ciudad de Monterrey, Nuevo León, México

Street shoe cleaners. A case study for Monterrey City, Nuevo León, Mexico

Jesús Rubio Campos¹

Rubio Campos, J., Aseadores de calzado en la vía pública. Un estudio de caso para la ciudad de Monterrey, Nuevo León, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 59, 47-55, 2013.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es analizar la actividad del aseo de calzado en la vía pública, desde el punto de vista de los trabajadores, a fin de conocer sus condiciones laborales, la propiedad de los medios de producción, la organización sindical, las relaciones con el gobierno, así como los retos que enfrentan en el desarrollo diario de su labor. Para ello, se siguió una metodología de investigación primordialmente cualitativa, a partir de un estudio de caso para la ciudad de Monterrey, integrado con base en herramientas tales como el mapeo en campo, la observación participante y entrevistas semi estructuradas con líderes de la unión de aseadores, así como con los mismos trabajadores. Se encontró que el oficio del aseador de calzado, o "bolero" como se le conoce comúnmente en México, enfrenta retos importantes, siendo el más relevante la poca propensión a la organización colectiva por parte de estos trabajadores, derivada de la dualidad en la posesión de medios de producción, al ser las personas que rentan sus puestos las menos propensas a participar en actividades comunes. Por otro lado, los aseadores que no están en la unión no pueden gozar de los beneficios tales como la ayuda contra accidentes o defunción, que aunque es limitada, es un apoyo en épocas difíciles.

Palabras clave: aseadores de calzado, boleros, sindicatos.
Keywords: *street shoe cleaners, trade unions.*

Recibido: 26 de Febrero de 2013, aceptado: 27 de Agosto de 2013

¹ El Colegio de la Frontera Norte, sede Monterrey, rubio@colef.mx

ABSTRACT

This research analyze the street shoe cleaners activity in Monterrey city, in order to know the labor conditions of their workers, the working tools and facilities ownership, their propensity to affiliate in unions, their relationships with the government, as well as the challenges they face in the daily development of its activity. To meet these purposes, we mainly used a qualitative methodology through a case study. It was found that the shoe cleaners faces significant challenges, being the most important the low propensity for collective organization in unions, derived from the duality in the possession of production means, because people who rent their working tools and facilities have a low propensity to engage in common activities. On the other hand, the workers who are not in the union, cannot enjoy the benefits such as help against injury or death, which although limited, it is a support in difficult times.

INTRODUCCIÓN

Los aseadores de calzado o boleros, como se les conoce en Monterrey, realizan una de las actividades informales con más abolengo en esta ciudad. Dada su dinámica actividad comercial, que se alberga en el centro de la misma, múltiples negocios de diversos giros hacen necesaria la labor de una gran cantidad de boleros, a fin de atender las necesidades de limpieza de calzado de los empleados.

El diccionario *Larousse* designa como "bolero" a la persona que lustra el calzado, mientras que

el *Diccionario de la Lengua Española* lo nombra "limpiabotas", es decir, la persona que se dedica al aseo de botas o calzado en general, término que en la actualidad no es muy utilizado en México, pero sí en Perú.

Existen pocos estudios académicos sobre el trabajo del aseo del calzado, proviniendo la mayoría de la información que se conoce sobre el tema de los medios de comunicación, motivo por el cual, la presente investigación pretende abonar en la construcción teórica de esta actividad productiva, a fin de subir la discusión del tema a la agenda pública.

Entre los pocos estudios académicos de este oficio elaborados en México se encuentra el de Guerrero (2007), quien analiza a los boleros en la Ciudad de México desde el punto de vista histórico y dentro de su contribución al trabajo infantil en las calles del centro. Desde 1918 existen registros de problemas entre los aseadores de calzado con la entonces Dirección de Rastros y Mercados con el registro de la actividad y el cobro de derechos por la licencia para ejercer su trabajo. Incluso, cita que 232 boleros fueron remitidos a la Comisaría municipal al negarse a pagar derechos.

Otros estudios realizados en Perú, como el de Cáceres (1969) y Revilla (2010), analizan la actividad del aseo de calzado, dando de manera incipiente una construcción teórica más elaborada, denominada en dicho país como "limpiabotas". La primera autora analiza de manera pionera las condiciones económicas, educativas y familiares de los limpiabotas en general; mientras que la segunda hace un trabajo más reciente, centrando su interés en los niños que trabajan en esta actividad.

El trabajo de Revilla se realizó para el Cono Norte de Lima Metropolitana, a partir de una encuesta aplicada a una muestra aleatoria de 180 niños aseadores de calzado entre el año 2005 y 2009, como parte de su tesis de maestría en política social.

Esta actividad se lleva a cabo predominantemente en la vía pública, lo que la hace enfrentar diversos retos. El objetivo del presente estudio es analizar la estructura institucional y organizacional mediante la cual se lleva a cabo la actividad del aseo de calzado, desde el punto de vista de los trabajadores, a fin de conocer sus condicio-

nes laborales, la propiedad de los medios de producción, la organización sindical, las relaciones con el gobierno, así como los retos que enfrentan en el desarrollo de su actividad.

En la zona hotelera de la calle Hidalgo y el paseo Comercial Morelos de Monterrey se concentra una gran cantidad de paseantes y empleados de oficinas y comercios, lo que genera una demanda por servicios de aseo de calzado.

Los boleros de esta zona están organizados por medio de una Unión de Aseadores de Calzado, la cual a su vez pertenece a una confederación nacional de trabajadores.

El sindicato que aglutina la mayor parte de los boleros del primer cuadro de la ciudad de Monterrey es la Confederación Nacional de Organizaciones Populares (CNOP), fundada en 1943 y adherida al Partido Revolucionario Institucional (PRI).

La hipótesis planteada en la presente investigación es que aunque los trabajadores que se dedican a esta actividad están organizados en sindicatos que les brindan cierto nivel de protección y gestión ante la autoridad, esto no necesariamente deriva en una mejora sustancial en sus condiciones laborales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para cumplir con el objetivo y la hipótesis anterior, se siguió una metodología de investigación primordialmente cualitativa, a partir de un estudio de caso para la ciudad de Monterrey.

Un caso es una entidad dotada de límites de espacio temporales, de una estructura y lógica específicas de funcionamiento. En los estudios de caso lo que se pretende es conocer las características y dimensiones que posee el grupo o comunidad estudiado en su particularidad, y ver la lógica que relaciona sus elementos y los significados que para sus actores adquieren las interacciones sociales en el particular contexto en que tiene lugar (Gundermann, 2001:260-283). Lo anterior con la finalidad tener una comprensión más profunda del fenómeno bajo estudio en un contexto de vida real (Yin, 2004:1), que nos permita responder el planteamiento de un problema, probar o desarrollar hipótesis, y ayudar en la acumulación de conocimiento alrededor de un tema.

El caso fue integrado a partir de herramientas tales como el mapeo en campo, la observación participante y quince entrevistas semi estructuradas con el líder de la unión de aseadores y con los mismos boleros, realizadas durante abril del 2011, en la zona hotelera de la calle Hidalgo y el paseo Comercial Morelos del centro de Monterrey, Nuevo León, México.

El mapeo de campo consiste en una primera inmersión al escenario geográfico que se desea investigar, y tiene como fin validar la presencia de los sujetos, fenómenos o relaciones que se desean estudiar, así como detectar las posibles restricciones o barreras que se pueden presentar durante el trabajo de campo. En esta exploración del contexto que se seleccionó inicialmente, básicamente se hace una visita o recorrido que permita realizar una evaluación para decidir si esa ubicación es la más adecuada para cumplir con los objetivos de investigación (Hernández, 2008: 533-558).

Posteriormente, la observación participante permite dar cuenta de los fenómenos sociales a partir de la mirada inquisitiva y el registro sistemático y controlado de contextos, situaciones e individuos en que se generan los procesos sociales, analizando el fenómeno desde adentro. Es desarrollada por un sujeto extraño que se introduce en un contexto sociocultural diferente al suyo, a fin de comprender esa cultura ajena mediante la observación (Sánchez, 2001: 97-131).

Para confirmar y triangular los hallazgos del mapeo de campo y la observación participante, se hizo uso de entrevistas semiestructuradas, las cuales se apoyan en un guión preestablecido, pero dando libertad tanto al entrevistador como al informante de expresarse en diversos temas de su interés (Vela, 2008: 76-77).

RESULTADOS

Como ya se mencionó, además de las entrevistas con los boleros, se realizó una entrevista a profundidad con Martín Zapata Reyna, líder en funciones de la Unión de Aseadores de Calzado de la CNOP en Nuevo León, pues el líder formal, Rogelio Esquivel Capetillo, ha estado enfermo por largo tiempo.

Según Zapata Reyna, en el centro de Monterrey existen al momento entre 112 y 130 boleros

afiliados a la CNOP. Además, hay boleros afiliados a otros sindicatos, como la CROC y la CTM, sobre todo aquellos que están en la Av. Madero y fuera del primer cuadro de la ciudad.

La Unión de Aseadores de Calzado de la CNOP tiene su origen en la Ciudad de México. "Algunas personas vinieron aquí y empezaron a agremiar a los aseadores de calzado en todo lo que es la zona centro de Monterrey" (Martín Zapata, líder de la Unión, 7 de septiembre de 2011).

Martín Zapata mencionó que la estructura de la Unión consiste en tener un secretario, subsecretario, conflictos y trabajo, primeros auxilios y tesorería. De igual manera, afirma que en la época de administraciones municipales del Partido Revolucionario Institucional (PRI) en Monterrey tuvieron mucha paz y respeto a su trabajo; pero ahora que la ciudad es gobernada por alcaldes provenientes del Partido Acción Nacional (PAN), reina la zozobra y se sienten permanentemente bajo riesgo de desalojo:

Desde que inició la administración panista hemos tenido problemas, han querido quitarnos; como federación luchamos para que no suceda. Hay un conflicto muy fuerte con el municipio. No nos están cobrando los permisos de uso de suelo. Ésa es una forma de presión, no nos abren la caja, no nos reciben los pagos, y pues entonces nos van a querer quitar, porque no tenemos los permisos en regla. Es un tema que ya se está revisando con la federación en la Ciudad de México (Martín Zapata, líder de la Unión, 7 de septiembre de 2011).

Respecto a este tema, en abril de 2013 la administración municipal, a cargo de Margarita Arellanes, mandó desalojar a los boleros y puesteros de la Plaza Comercial Morelos, mismos que volvieron días después a sus lugares de trabajo, tras protestas frente al Palacio municipal y una ríspida negociación entre las autoridades y la CNOP, en la cual Martín Zapata participó (Zúñiga, 2013).

A continuación se presentan las tipologías o clasificación a partir de ciertas características comunes encontradas para esta actividad en la presente investigación, respecto a la propiedad de los medios de trabajo, la pertenencia al sindicato, el contar o no con permiso municipal, la experiencia, la educación y la dedicación exclusiva a la actividad u otras fuentes de ingreso, las cuales facilitarán el presente análisis.

Tabla 1. Tipología de los aseadores de calzado en Monterrey

| Característica | Tipo 1 | Tipo 2 |
|------------------------------------|--|---|
| Permiso municipal | Sí tiene permiso municipal. | No tiene permiso municipal. |
| Propiedad de los medios de trabajo | Propia. | Rentada por \$40-70 pesos diarios. |
| Pertenencia al sindicato | Sí y paga cuota de \$30 pesos al mes y asiste a juntas. Sí, pero no paga cuotas y no asiste a juntas. | No pertenece al sindicato pero el puesto es de él. No pertenece al sindicato aunque el puesto sea de él. |
| Género | Hombres | Mujeres |
| Experiencia | Con más de 10 años de experiencia. | Con menos de 10 años de experiencia. |
| Educación | Básica (primaria y/o secundaria). | Media (preparatoria y técnica). |
| Dedicación exclusiva | Sí, sólo se dedica a esto. | No, lo combina con otras actividades. |

Fuente: Elaboración propia.

Permiso municipal

Respecto a las licencias o permisos para desarrollar la actividad, se encontró que no todos cuentan con ellos, pues actualmente ya no se otorgan en el municipio, quien es el orden de gobierno encargado de regular el comercio de bienes y servicios en la vía pública.

Zapata Reyna, actual líder en funciones de los boleros, tiene más de 36 años dedicándose a este oficio, y cuenta con un permiso que data desde la época de su abuelo, quien también se dedicaba a lo mismo: "En la actualidad ya no se dan permisos municipales. Hay mucha gente que trabaja sin permisos, por debajo del agua [sic], pero si hubiese alguna autoridad que exigiera los permisos, saldrían más de la mitad" (Martín Zapata Reyna, comunicación personal, abril de 2011).

Algunos permisos, o folios, como los llama Zapata, se venden a cualquier otra persona cuando alguien ya no se quiere dedicar a esta actividad, debido a que el permiso vale más que el puesto mismo.

Así, para desarrollar esta actividad en la Plaza Morelos y la zona hotelera, algunos permisos han sido traspasados por generaciones. "Inclusive mi permiso es desde 1940" (Luis de los Reyes Martínez, bolero Plaza Hidalgo, comunicación personal, 17 de abril de 2011). "Hace años que no hay permisos municipales. El 50% de nosotros no tiene permisos. Yo desde 1993 estoy aquí y no he podido obtener mi permiso" (Bolero anónimo, comunicación personal, abril de 2011).



Figura 1. Bolero en la zona comercial Morelos del Centro de Monterrey.

Fuente: Rubio Campos, Jesús (2011).

Propiedad de los medios de trabajo y pertenencia al sindicato

Respecto a las cuestiones gremiales, el líder de la Unión, Martín Zapata, mencionó que cada bolero afiliado paga una cuota mensual de \$30 pesos al sindicato y los boleros se reúnen una vez al mes.

Sin embargo, se encontró que la propiedad de los medios de trabajo es un factor clave en la fuerza asociativa, pues el puesto de boleear muchas veces no es propio, sino que es rentado por una cantidad que varía entre \$40 y \$70 pesos diarios, lo que condiciona el pertenecer y participar en un sindicato o no.

Comúnmente el puesto viene rentado con todo y el permiso, como se mencionó anteriormente, lo que impacta en la propensión a la unión de los trabajadores, ya que al no ser suyos los dos medios de trabajo principales, los boleros no sienten la necesidad de ir a las juntas, pues se asumen como empleados y piensan que en todo caso es el dueño quien debe ir a las reuniones, lo que se refleja en una cultura de trabajo individualista, donde un bolero no conoce más allá del próximo compañero cercano a su puesto, por lo que tampoco se juntan fuera del sindicato. Además, muchos de los que sí son dueños no van a las juntas mensuales.

Hay algunos boleros que aunque son dueños de su puesto no están sindicalizados por problemas personales con líderes anteriores:

Yo no estoy sindicalizado a la CNOP, hay muchos abusos. Tú tienes que pagar cada mes tu cuota y estás pagando como quien dice para que protejan tu espacio. Anteriormente si no les dabas dinero mandaban a la gente de comercio para que te retiraran tu puesto. Al municipio le pagas como \$150 pesos al mes (por el permiso). Nosotros le dábamos ese dinero al líder y además lo de las cuotas al sindicato, y resulta que el líder estuvo un año sin darte su dinero al municipio y entonces me querían quitar, por eso me salí del sindicato, el líder es sólo para abusar, para quitarte tu dinero (Bolero anónimo, comunicación personal, 13 de abril de 2011).

Otros boleros, como Luis –quien tiene 39 años trabajando en el oficio–, nos dice que siempre va a las juntas el primer jueves de cada mes, y aporta su cuota al sindicato mensualmente.

Otro ejemplo de personas que no son dueñas de su puesto y que por tal motivo no manifiestan sentido de pertenencia al gremio es el de José Ángel: “No estamos unidos. Casi no nos juntamos” (Comunicación personal, 17 de abril de 2011).

De igual forma, otro bolero de la calle Morelos, que no quiso dar su nombre, dijo que sólo “ayudaba a un amigo” trabajando su puesto, y a cambio le daba la mitad de las ganancias. Cuando no se dedica a bolear, lava autos (Comunicación personal, 18 de abril de 2011).

Género

Aunque no fue común hallar mujeres en este oficio, nos encontramos con Alejandra, quien desde diciembre de 2010 se dedica al trabajo de bolera. Sobre su trayectoria laboral, antes de ocuparse al aseo de calzado trabajaba como parte del personal de seguridad de una fábrica.

Sobre las juntas en el sindicato, ella no ha ido a ninguna, pues dice que no es dueña del puesto, sino que se lo rentan a cambio de 40% de lo que gane diariamente (Alejandra, Plaza Morelos, comunicación personal, 17 de abril de 2011).

Experiencia y educación

Respecto a la experiencia, la mayoría de los boleros entrevistados tienen más de 10 años laborando en esta actividad, y muchos de ellos siempre han estado en la misma zona. Por ejemplo, en la Plaza Hidalgo hay personas que tienen más de 39 años trabajando de boleros prácticamente en el mismo lugar.

Sobre la renovación de los puestos, el municipio de Monterrey y los comerciantes formales de la Plaza Hidalgo, principalmente hoteleros, han cambiado los viejos por otros más modernos de acero inoxidable. “Estos puestos nuevos los donó el municipio para mejorar la imagen de la plaza” (Luis de los Reyes Martínez, bolero Plaza Hidalgo, comunicación personal, 17 de abril de 2011).

Algo interesante que se encontró entre los boleros es que utilizan las lonas de sus puestos para publicitar productos. Sin embargo, eso lo maneja el sindicato (CNOP), lo cual no necesariamente es bien visto como por todos. “Los anuncios en los puestos es algo que el secretario general ha manejado, de que nos las traen, pero no sabemos cuánto se paga ni nada. Hemos tenido anuncios de Plaza de la Tecnología, JUMEX, GATORADE” (Zapata). “Sobre las ventas de la publicidad de las empresas en los toldos, ellos, los líderes, se quedan con todo, no le dan nada de dinero a la gente” (Bolero anónimo, comunicación personal, 13 de abril de 2011).

Ingresos

Sobre los ingresos de los boleros, rondan entre los \$100 y los \$300 pesos diarios. Sin embargo, no son libres, pues hay que descontar los materiales (pintura, grasa, cepillos, trapos, jabón), así como las cuotas al sindicato, el transporte y la comida.

Sobre el actual líder en funciones de la Unión, es dueño de su puesto y ésta es su única actividad económica, cobrando \$15 pesos por boleada, con un promedio de diez boleadas al día "en las épocas buenas", lo que daría \$150 pesos diarios. "La actividad ha andado baja por la inseguridad y la crisis, pero esperamos que sea temporal" (Zapata Reyna). "Ahorita saco unos \$300 pesos diarios, aunque cuando se llevó a cabo la remodelación de la Plaza Morelos, la clientela bajó casi un 50%" (Luis de los Reyes Martínez, bolero Plaza Hidalgo, comunicación personal, 17 de abril de 2011).

Igual ganan otros boleros, como Juan Luna, o el "bolero de los cepillos" como se le conoce en Youtube. Él es dueño de su puesto y trabaja de lunes a sábado (Comunicación personal, 13 de abril de 2011).

Juan tiene más de doce años trabajando en la calle Escobedo, entre Morelos y Padre Mier. Sobre su trayectoria laboral, antes trabajaba en la línea de producción de una empresa automotriz,



Figura 2. Bolero en la zona comercial Morelos del Centro de Monterrey.

Fuente: Rubio Campos, Jesús (2011).

también laboró como administrador de créditos, y en una agencia de publicidad. Es un caso poco común en el oficio, pues cuenta con una carrera técnica de analista programador y contador fiscal, lo cual le permitió en una época dar clases sobre materias de contabilidad.

Sin embargo, otros boleros ganan mucho menos. José Ángel tiene más de diez años de dedicarse al oficio, siempre en la calle Emilio Carranza. No es dueño de su puesto, sino que paga \$70 pesos diarios por la renta del mismo: "A veces me llevo \$150 pesos o \$200 pesos, pero de ahí tengo que pagar los \$70 pesos y la grasa, la pintura, etc." (Comunicación personal, 17 de abril de 2011).

Estrategias de protección social

La Unión de Aseadores de Calzado de la CNOP ha desarrollado, de manera incipiente, algunas estrategias de protección social, principalmente la ayuda por defunción y para accidentes, incluso automovilísticos. "Dentro de la mesa directiva hay un delegado de primeros auxilios. Cuando un compañero está enfermo se le da la ayuda que necesita para los medicamentos, se le da un préstamo o incluso se le pagan las medicinas, eso directamente, para que no lo gaste en otras cosas" (Martín Zapata Reyna, líder de la Unión de Aseadores de Calzado de la CNOP, comunicación personal, 22 de abril de 2011).

Después, se busca la forma de que se reintegre el dinero prestado de la caja chica de primeros auxilios.

Otro apoyo mencionado por Zapata es la eliminación del cobro de las cuotas mientras persiste la necesidad económica, lo cual ayuda de alguna manera a enfrentar insolvencias financieras. Afirmó que estos apoyos sólo son posibles si el agremiado va al corriente en el pago de sus cuotas, y asiste regularmente a sus juntas: "Tenemos derechos y obligaciones" (Zapata).

Cuando algún familiar muere, la ayuda del sindicato es considerada por algunos como insuficiente; los boleros llevan a cabo sus propias cooperaciones voluntarias para estos casos o cuando pasa algún accidente. "Pues ése es el problema compadre, aquí hay que rascarse con sus propias uñas en cuestión de eso (accidentes), porque en ayuda del sindicato nos dan \$500

pesos y cuando se muere alguien, nos alivianan con \$500 o \$1,000 pesos, ni para el camión" (Luis, bolero de Plaza Hidalgo).

Además de los apoyos brindados directamente por el sindicato, éste se encuentra realizando gestiones de afiliación al programa federal del Seguro Popular. "No tenemos convenio con hospitales, ni públicos ni privados. Como un 80% de los trabajadores que estamos aquí carecemos de servicios médicos y apenas estamos tratando de afiliarnos todos como Unión al Seguro Popular, porque se requiere, se enferman y pues, ¿de dónde se saca dinero?" (Martín Zapata Reyna, líder de la Unión de Aseadores de Calzado de la CNOP, 22 de abril de 2011).

Sin embargo, en la investigación se pudo constatar que por ahora son varios los boleros que no cuentan con el apoyo de este programa: "No tengo Seguro Popular, me han dicho mis clientes que trabajan en Gobierno, 'date de alta, no está de más', pero no lo he hecho" (Bolero anónimo, 17 de abril de 2011).

Otro aseador de la Plaza Hidalgo nos comentó que no se ha dado de alta en el Seguro Popular, pues cuando algo le pasa en cuestión de salud pide favores a sus clientes que trabajan en la administración pública:

No he tenido tiempo de darme de alta, en verdad, aunque al parecer sí me va a hacer falta. Cuando hay una enfermedad, digamos, fuerte, que hay que llevar a mis hijos al hospital, pues los llevo y ya, aquí la ayuda que tenemos es de los diputados, como pues aquí vemos al gobernador, al alcalde, a toda esa gente, pues si necesitamos algo vamos y los buscamos al Congreso y nos dan una hojita para el Hospital Civil, o sea, cuando es algo por decir una operación urgente o pesada. A mí me pasó una a mi chavo, me lo asaltaron, me le andaban mochando el brazo y le pedí apoyo a un senador. Me cobraban \$60,000 pesos y no, gracias a Dios no pagué nada, son los beneficios de estar aquí en esta zona (Luis de los Reyes Martínez, bolero Plaza Hidalgo, 17 de abril de 2011).

Otros, como José Ángel, ya se están afiliando por su cuenta. "Cuando se enferma mi niña voy con una doctora y le pago lo que es la consulta y aparte las medicinas, pero ya afilié a mi niña al Seguro Popular, y estoy esperando la credencial" (17 de abril de 2011).

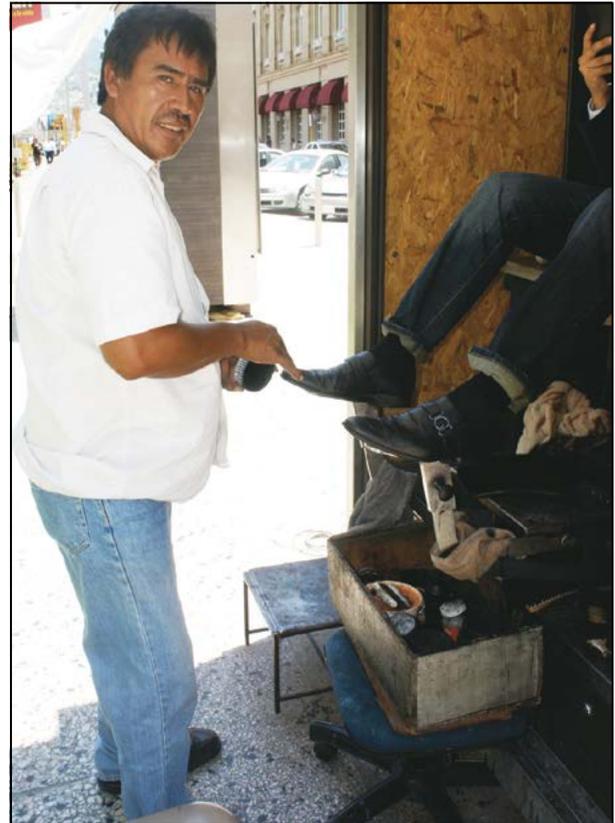


Figura 3. Bolero en la hotelera Hidalgo del Centro de Monterrey.

Fuente: Rubio Campos, Jesús (2011).

Así, se muestra que los beneficios que se piensa pueden derivarse de la Unión no son cien por ciento palpables para todos los boleros, lo cual se discutirá más adelante en la sección de las conclusiones y recomendaciones.

DISCUSIÓN

Como se mencionó en la introducción, es en Perú donde se comienza a investigar de manera más formal la actividad del aseo de calzado. Tanto en Lima como en Monterrey el aseo de calzado se realiza primordialmente en las calles, aunque en Monterrey se comienzan a ver boleros dentro de centros comerciales.

Algo interesante del caso de Lima es que, al igual que en Monterrey, la labor del aseo de calzado es dominada por varones. Revilla (2010:107) indica que éste es un hecho cuyas razones aún no han sido exploradas a profundidad, y obedece más a costumbres arraigadas. Una razón puede ser que siendo una

actividad que se lleva a cabo primordialmente en las calles, con los riesgos inherentes a esta condición, sea más susceptible de ser realizada por varones.

Sobre la organización sindical y el reconocimiento de la actividad por parte del gobierno, el estudio de Revilla (2010) denota una mayor fortaleza en Lima, Perú, que en el caso de Monterrey, donde la propiedad de los medios de producción condiciona la fortaleza sindical.

Si bien Revilla (2010:105) menciona que la actividad de limpiabotas en las calles de Perú puede fecharse alrededor de 1940, un parteaguas en el reconocimiento y visibilidad de esta actividad en dicho lugar fue el establecimiento en 1998 de la Federación Nacional de Trabajadores Lustradores de Calzado (FENTRALUC), que permitió en 1990 la aprobación de la Ley N° 25249, mediante la cual se estableció la creación de la Caja de Protección y Asistencia de los Trabajadores Lustradores de Calzado del Perú (CAJAPATRAC), cuya misión es "implementar y desarrollar programas sociales a nivel nacional que contribuyan al establecimiento y funcionamiento de una red de protección social mediante la prestación de servicios diferenciados y de calidad dirigidos a los trabajadores lustradores de calzado y sus familias que se encuentren en situación de riesgo social, abandono y extrema pobreza".²

Una diferencia entre este estudio y el de Revilla (2010) para Lima, es que en dicho país existen niños que laboran realizando esta actividad, mientras que en Monterrey no fueron encontrados menores que se dedicaran a esto. Los menores trabajadores de Lima son vistos como una competencia para los aseadores adultos, y son dejados fuera de la unión sindical, ocasionando roces entre ellos.

En general, la evidencia encontrada en la presente investigación sugiere que los retos enfrentados por los aseadores de calzado en ambas ciudades son similares, y los han enfrentado por medio de la organización en uniones, logrando así una mayor institucionalización en el caso de Lima que en el de Monterrey.

CONCLUSIONES

El oficio del aseador de calzado tiene un fuerte arraigo en la ciudad de Monterrey. Sin embargo, enfrenta retos importantes para el desarrollo de sus actividades, siendo el más relevante la poca propensión a la organización colectiva por parte de los boleros, derivada de la dualidad en la posesión de medios de producción, siendo las personas que rentan sus puestos las menos propensas a participar en actividades comunes.

La poca organización impacta negativamente en la capacidad para gestionar permisos ante las autoridades municipales para laborar en la vía pública, lo que da incertidumbre al desarrollo de la actividad. Sin embargo, al estar afiliada la unión de aseadores a un sindicato nacional, brinda a los trabajadores una protección adicional que de no existir pondría en grave riesgo la actividad.

Relacionado con lo anterior, se recomienda al municipio establecer una política clara para el reconocimiento y otorgamiento de permisos a fin desarrollar esta actividad.

Por otro lado, los aseadores que no están en la unión no pueden gozar de los beneficios como la ayuda contra accidentes o defunción, que aunque es limitada, es un apoyo en épocas difíciles.

Por lo anterior, se recomienda a las centrales sindicales fortalecer sus programas de afiliación hacia este tipo de actividades, y reconocer la vulnerabilidad de ingresos y de sus condiciones laborales, a fin de diseñar programas de mutualidad contra riesgos para los aseadores de calzado al alcance sus posibilidades y con beneficios más palpables; pues las ganancias derivadas de la actividad son pocas y la mayoría de quienes se dedican a esto lo hacen de manera exclusiva, por lo que no cuentan con otras fuentes de ingreso.

Además de los apoyos obtenidos directamente por la Unión, los aseadores han buscado afiliarse al programa federal Seguro Popular, ya sea de manera individual o por medio del líder de la Unión. Sin embargo, aún existen áreas de oportunidad a este respecto, por lo que se recomienda que los sindicatos participen más activamente como asesores y gestores del acceso a este tipo

² <http://cajapatrac.com>

de programas federales, que han sido diseñados para la población abierta que no cuenta con acceso a la seguridad social por medio de su relación contractual.

Dicho lo anterior, el gobierno federal debe mostrar también iniciativa para facilitar la afiliación a estos programas usando la estructura sindical, pero dejando siempre abierta la inscripción individual, a fin de que esto no se preste al fortalecimiento de estructuras corporativistas.

Así, tenemos que si bien es cierto que la hipótesis inicial de la presente investigación se comprueba, también es cierto que la debilidad en la fuerza asociativa impacta negativamente en la

posibilidad de mejorar las condiciones laborales de los boleros. Una línea de investigación futura es encontrar la manera de generar incentivos tendientes a fortalecer esta asociatividad.

La experiencia de Perú debe ser tomada en cuenta como una buena práctica para la articulación de actores y diseño de incentivos para la asociatividad tendiente a la protección de estos trabajadores en América Latina, pues a la par que se aprueba la ley que reconoce y da visibilidad a esta actividad, se crean incentivos como la caja de protección y asistencia, la cual permite brindar beneficios a los trabajadores asociados a la misma.

LITERATURA CITADA

- CÁCERES O., *Condiciones socio económicas y educativas de los lustrabotas ambulantes en la Gran Lima*. Lima: Tesis de Bachiller, UNMSM, 1969.
 - GUERRERO FLORES D., La valoración del trabajo infantil en México 1910-1920. En MAYER ALICIA (Coord.), *México en tres momentos: 1810, 1910 y 2010*. México: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), 2007.
 - GUNDERMANN KRÖLL H., El método de los estudios de caso. En TARRES, MARÍA L. (Coord.), *Observar, escuchar y comprender. Sobre la tradición cualitativa en la investigación social*. México: Editorial Miguel Ángel Porrúa, El Colegio de México y FLACSO, 2001.
 - HERNÁNDEZ SAMPIERI, R.; FERNÁNDEZ COLLADO, C.; BAPTISTA LUCIO, P., *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill, 2008. 533-558 pp.
 - REVILLA ARÉVALO A. M., *Características económicas, educativas y familiares de los niños lustradores de calzado en el Cono Norte de Lima Metropolitana*, Tesis para optar al grado de Magíster en Política Social con Mención en la Promoción de la Infancia. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2010.
 - SÁNCHEZ SERRANO, R., La observación participante como escenario y configuración de la diversidad de significados. En TARRES, MARÍA L. (Coord.), *Observar, escuchar y comprender. Sobre la tradición cualitativa en la investigación social*. México: Editorial Miguel Ángel Porrúa, El Colegio de México y FLACSO Editores, 2001. 97-131 pp.
 - VELA PEÓN, F., Un Acto metodológico básico de la investigación social. La entrevista cualitativa. En TARRES, MARÍA L., *Observar, escuchar y comprender. Sobre la tradición cualitativa en la investigación social*. México: Miguel Ángel Porrúa, El Colegio de México y FLACSO Editores, 2008. 63-95 pp.
 - YIN R. K., *Case study research. Design and methods*. USA: Thousand Oaks: SAGE, 1994.
 - YIN R. K. *Case study methods*. USA: American Educational Research Association. Washington, 2004.
- De páginas electrónicas**
- LEY N° 25249. *Caja de protección y asistencia de los trabajadores lustradores de calzado del Perú*, 1990. En: <http://cajapatrac.com/ley-25249.pdf>
 - RODRÍGUEZ CÁZARES E., Protestan boleros por posible desalojo en Calzada Madero. Periódico *El Porvenir*. 13 de mayo del 2011. En: http://www.elporvenir.com.mx/notas.asp?nota_id=494251
 - ZÚÑIGA, F., Billeteros, boleros y voceadores, protegidos por decreto presidencial. *Milenio Monterrey*. En: <http://monterrey.milenio.com/cdb/doc/noticias2011/633948bb74f012bc2fc49c15389b6b33>. 13 de abril de 2013.

Factores que influyen en la prevención y tratamiento efectivo de la obesidad infantil

Factors that are an influence in the prevention and treatment of childhood obesity

Octelina Castillo Ruiz^{1*}, Simón Josías Téllez Luis²,
Guadalupe Concepción Rodríguez Castillejos²

Revisión Científica

Castillo Ruiz, O.; Téllez Luis, S. J.; Rodríguez Castillejos, G. C., Factores que influyen en la prevención y tratamiento efectivo de la obesidad infantil. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 59, 56-62, 2013.

RESUMEN

La obesidad infantil es un grave problema de salud pública. Se caracteriza por la acumulación de grasa. Se ha observado un aumento acelerado de este problema, por lo que deben implementarse medidas profilácticas y de tratamiento para erradicar dicho padecimiento. Un estilo de vida saludable, una dieta equilibrada y la actividad física a temprana edad pueden ayudar a prevenir el problema.

ABSTRACT

Childhood obesity is a serious public health problem. It is characterized by an abnormal accumulation of body fat. This prevalence has increased at an alarming rate. It is important to apply prevention and treatment programs in order to eradicate the problem. A healthy lifestyle, a balanced diet and regular exercise at an early age can be the key to prevent childhood obesity.

Palabras clave: Obesidad, niños, vida saludable, ejercicio, prevención, sueño.

Keywords: Obesity, children, healthy lifestyle, exercise, sleep.

Recibido: 24 de Junio de 2013, aceptado: 30 de Septiembre de 2013

¹ Coordinación de Licenciado en Nutrición y Ciencia de los Alimentos, Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Aztlán, Universidad Autónoma de Tamaulipas.

² Departamento de Tecnología de Alimentos, Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Aztlán, Universidad Autónoma de Tamaulipas.

* Autor para correspondencia: octecastillox@hotmail.com.

INTRODUCCIÓN

La prevalencia mundial de obesidad infantil ha aumentado considerablemente en las últimas tres décadas. Se cree que la presencia cada vez mayor de trastornos tales como la diabetes tipo 2, es una consecuencia de esta epidemia (Han *et al.*, 2010). La prevalencia ha incrementado de manera alarmante; en el 2010 se estimaba más de 42 millones de niños menores de 5 años con sobrepeso y obesidad (WHO, 2013).

En México, este problema afecta a 34.4% de los niños mexicanos (Gutiérrez *et al.*, 2012). Es una enfermedad que afecta a los infantes sin distinción de etnias, asociados a diferentes factores de riesgo como aculturación, percepción inadecuada de la imagen corporal, sedentarismo, alimentación inadecuada con una elevada ingesta de proteínas y carbohidratos en forma de alimentos densos en calorías (Castillo *et al.*, 2012), falta de actividad física y poco tiempo de sueño.

La atención primaria ofrece una oportunidad para intervenir y modificar el estilo de vida de los niños en el primer año de vida, dirigido hacia la familia con una selección adecuada de alimentos, el estímulo de la actividad física, siempre tomando en cuenta el entorno social y estilo de vida (Peña *et al.*, 2012; Spruyt y Gozal, 2012), con la finalidad de disminuir la incidencia de obesidad y comorbilidades con efecto positivo en el aumento de la esperanza de vida de la población. Constituye, además, la mejor herramienta que contribuirá a modificar la historia natural de



Figura 1. El ambiente obesogénico se define como ambiente de abundancia de comodidades y mayor acceso a alimentos energéticos y una vida sedentaria. Un estilo de vida saludable desde la infancia es importante para combatir la obesidad. Fuente: Healthy India, Cuidado infantil.

la enfermedad y evolución clínica de las comorbilidades asociadas, como la Diabetes mellitus tipo 2, dislipemia, Síndrome de hipoventilación-obesidad, reflujo gastroesofágico, hipertensión arterial, hígado graso, enfermedad cardiovascular, algunos tipos de neoplasias (endometrio, mama, hígado), Síndrome de ovarios poliquísticos, entre otros (Cabrerizo *et al.*, 2008; Yang *et al.*, 2013).

El objetivo de este artículo es realizar una revisión sistemática de los factores que influyen en la prevención y tratamiento para la obesidad infantil, y evaluar la efectividad de los mismos.

Prevención de la obesidad

La prevención de la obesidad debe comenzar desde el primer año de vida, valorando conjuntamente el crecimiento en altura y peso; de igual manera, debe dirigirse hacia la familia, fomentando formas adecuadas de alimentación y estímulo de actividad física, pero también al entorno social (Lujan *et al.*, 2010). Sin embargo, Jiménez *et al.* (2010) mencionan que los programas de prevención deben iniciarse durante el embarazo, y llevar un seguimiento durante toda la vida del niño. Estos programas deben estar enfocados a modificar dos aspectos fundamentales: los ambientes obesogénicos y los estilos de vida (Figura 1).

La modificación de la conducta alimentaria, el estímulo de la actividad física y el soporte emocional son los pilares angulares para el tratamiento de la obesidad en el niño, en el adolescente y

en el adulto (Yeste *et al.*, 2008). La participación activa de la familia para mantener una supervisión directa y estrecha del niño, y el fomento de buenos hábitos de vida y la escuela son buenos lugares para fomentar actividades físicas efectivas y dar apoyo a los niños con programas de educación nutricional y alimentaria (Vásquez *et al.*, 2007). Además del entrenamiento para el personal de salud sobre manejo del sobrepeso y obesidad (Cano *et al.*, 2008).

Tratamiento de la obesidad

El tratamiento de la obesidad infantil ha de plantearse desde el abordaje multidisciplinar en que el nutricionista, psicólogo y pediatra deben estar implicados de forma conjunta y coordinada (Yeste *et al.*, 2012). Se han evaluado diferentes tratamientos, entre los que destacan la dieta, la promoción del ejercicio, las técnicas de modificación de conducta, la farmacoterapia y la cirugía bariátrica. Éstos intentan influir sobre uno o más de los factores conductuales, sociales, culturales, genéticos, metabólicos y hormonales, que intervienen en el desarrollo de la obesidad (Márquez *et al.*, 2008).

Manejo dietético

Se inicia con una valoración integrada por una historia dietética del niño y los hábitos de alimentación normales de la familia (incluyendo bebidas que consumen con bocadillos y la frecuencia con la que ingieren alimentos preparados fuera de la casa); disminuir o eliminar la ganancia de peso en tanto se permite que continúe el au-

mento de la estatura a la velocidad apropiada para la edad y el género, de tal manera que la estatura se torne apropiada para el peso (Kleimain *et al.*, 2004).

Para el cálculo dietético se sugiere la ecuación de Fleish (Gómez-Díaz *et al.*, 2008),

que determina el Gasto basal energético (GBE) (Tabla 1), tomando en cuenta la edad y el género de los niños de 1 a 17 años; y para determinar la superficie corporal se sugiere la ecuación de DuBois: SC (m²) = 0,425 x Altura (m) 0,725 x Peso (kg) 0,4252 e Isakson (SC = 1 + [(Peso + Talla-160)/100]) (Fernández, 2003).

Tabla 1. Formulario para cálculo energético total

| Los requerimientos calóricos totales se calcula con la siguiente ecuación = [(FDE + FC + FA + FE) + 100 X GBE] /100 | |
|---|---|
| Hombre GBE | 1- 12 años (24 x superficie corporal*) x [54 – (0.885 x edad)] 13-17 años (24 x superficie corporal) x [42.5 – (0.643 x edad –13)] |
| Mujer GBE | 1-10 años (24 x superficie corporal) x [54 – (1.045 x edad)] 11-17 años (24 x superficie corporal) x [42.5 – (0.778 x edad –11)] |
| | +Fracción dinámica específica (FDE)= 10% |
| | + Factor crecimiento (FC): en <1 año =20 % 1 a 12 años =10% 12 a 14 años =20% 14 a 16 años =10% |
| | + Factor actividad (FA): 20% |
| | + Factor de estrés (FE): 20% encamado y 30% deambulando |

Es importante ajustar las calorías de acuerdo con la edad (Tabla 2), y elaborar un programa de alimentación saludable que prevenga los trastornos metabólicos y optimice el balance energético. Debe considerarse, además del aporte calórico, el tipo de alimento, las combinaciones y horarios de comida (Burroes, 2000).

El niño con obesidad, y la totalidad de la familia, seguirán un programa de alimentación parecido a fin de reducir al mínimo los sentimientos de aislamiento, para evitar que la restricción dietética se torne como una forma de castigo (Kleimain *et al.*, 2004); es por eso que Pérez *et al.* (2012), Vásquez *et al.* (2007) y Escudero *et al.*, (2006) sugieren para preescolares, escolares y adolescentes incluir el consumo de fibra a fin de satisfacer el apetito y ajustar las calorías recomendadas en los niños mayores de dos años y hasta los dieciocho. Se suma la edad más 5 g (ejemplo: un niño de cuatro años se suman 5 g a la edad y resulta 9 g de fibra al día), ingesta que se cubre diariamente con: 3 raciones de verdura, 2 raciones de fruta, 6 raciones de cereales en forma de pan, cereales de desayuno, arroz o pasta. Semanalmente 4-5 raciones de frijoles y otras leguminosas como lentejas, habas, garbanzos y arvejas.

Tabla 2. Requerimiento energéticos de acuerdo a edad y peso

| Kilocalorías/kg de peso ideal / día | Edad (años) | Kilocalorías por día |
|-------------------------------------|-------------|---|
| 90 | 1 | 1000 |
| | 2 | 1100 |
| | 3 | 1200 |
| 80 | 4 | 1300 |
| | 5 | 1400 |
| | 6 | 1500 |
| 70 | 7 | 1600 |
| | 8 | 1700 |
| | 9 | 1800 |
| 60 | 10 | 1900 |
| | 11 | 2000 |
| | 12 | calcular calorías considerando sobrepeso o desnutrición y la actividad física |
| 13 | | |
| 14 | | |
| 50 | 15 | |
| | 15 | |
| 25-40 | >15 | |

Fuente: Gómez-Díaz *et al.*, 2008.

Además de las siguientes recomendaciones de acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2012:

- ✓ Consumo de tres comidas y dos colaciones.
- ✓ Los carbohidratos deben aportar de 60% a 65% del total de energía de la dieta.
- ✓ Frutas y verduras regionales y de la estación, crudas y con cáscara.
- ✓ Consumo de cereales de grano entero y derivados integrales sin azúcar, adicionada y tubérculos.
- ✓ Consumo de carnes blancas como pescado, aves como pavo y pollo sin piel; y de carne magra, horneadas, cocidas, a la parrilla.
- ✓ Preferir leche semidescremada o descremada.
- ✓ Incluir alimentos de los tres grupos en cada tiempo de comida.
- ✓ Combinar cereales con leguminosas.
- ✓ Consumir agua natural.
- ✓ Moderar el consumo de alimentos con alto contenido de azúcares refinados (botanas, golosinas, bebidas azucaradas y refrescos embotellados), colesterol, ácidos grasos saturados, ácidos grasos trans, sodio.
- ✓ Preferir aceites vegetales.
- ✓ Moderar el consumo de alimentos ahumados, embutidos y alimentos preparados al carbón o leña.
- ✓ Desayunar antes de ir a la escuela, y que los refrigerios sean de fácil conservación y contribuyan a la integración de la alimentación correcta.
- ✓ Establecer horarios de alimentación.
- ✓ Procurar una correcta masticación; aprender a saborear los alimentos.
- ✓ Promover un ambiente de comida agradable; buscar la convivencia familiar.
- ✓ Evitar distracciones al comer, así como premios o castigos relacionados con la alimentación.
- ✓ Considerar productos dietéticos a discreción.
- ✓ En el caso de los escolares, y sobre todo adolescentes, involucrarlos en la selección y preparación de los alimentos.

Actividad física para el tratamiento de la obesidad

La urbanización, junto con los cambios sociales, tecnológicos y económicos ocurridos en las últimas décadas, ha implicado modificaciones importantes en los patrones de actividad física (Bar-

quera *et al.*, 2010), como la elevada prevalencia de un estilo de vida sedentario en la población en general. Una persona sedentaria con exceso de peso en los primeros años de vida tiene mayor probabilidad de presentar estas mismas características en la edad adulta (Rodríguez *et al.*, 2011).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda un mínimo de 30 minutos de actividad física de intensidad moderada, al menos cinco días de la semana para todas las edades; mientras que para el mantenimiento de un peso saludable y la prevención de obesidad se recomienda 60 minutos de actividad física por día (Lujan *et al.*, 2010; Brown, 2010). El aumento de la actividad física debe ir orientado a lograr cambios en las actividades de la vida cotidiana, a estimular actividades recreativas al aire libre y, en niños mayores, a fomentar la participación en actividades deportivas de acuerdo a sus gustos y preferencias (Santos, 2005; Ramírez *et al.*, 2012). El ejercicio regular promueve un incremento de la masa muscular y aumenta la tasa metabólica total; por consecuencia, reduce el tejido adiposo visceral, independientemente de disminuir el riesgo de hiperlipidemia y diabetes mellitus (Kleimain *et al.*, 2004). Es preferible el ejercicio aeróbico como: correr, nadar, bicicleta, patines, tenis, voleibol, fútbol, subir y bajar escaleras, y ayudar en las labores de la casa. En niños sedentarios, es recomendable aumentar el ejercicio de forma gradual (cuando menos 3 horas/semana); en niños activos, es preferible mantener la actividad (5-6 horas/semana) (Pérez *et al.*, 2012). Las actividades físicas que se recomiendan para los niños de acuerdo con el estado nutricional (Korbman, 2007; Ramírez *et al.*, 2012) se muestran en la Tabla 3.

El sueño en el tratamiento de la obesidad

En los últimos 50 años, la duración promedio de sueño de auto-reporte de los Estados Unidos ha disminuido en un 1,5 a 2 horas en paralelo a una creciente prevalencia de la obesidad y la diabetes. Se menciona que existe una fuerte relación entre el sueño, la obesidad y anomalías en el metabolismo de la glucosa. La reducción del sueño en los seres humanos altera múltiples vías metabólicas, dando lugar a una mayor resistencia a la insulina, posiblemente disminución del gasto de energía, aumento del apetito y cambios inmunológicos (Lucassen *et al.*, 2012). Los estudios con mediciones objetivas de los parámetros del sueño / vigilia sugieren una relación en forma de U entre el sueño y la

Tabla 3. Actividades recomendadas para niños con sobrepeso y obesidad

| Estado nutricional | Actividades |
|--------------------|--|
| Sobrepeso | Caminata, subir escaleras, fútbol, tenis, saltar la cuerda, natación, baile. |
| Riesgo de obesidad | Natación, ciclismo, baile, caminata con intervalos frecuentes de descanso. |
| Obesidad | Natación, ejercicios aeróbicos sentados y bicicleta. |

Fuente: Adaptada de Korbman, 2007.

obesidad. Así, una evaluación cuidadosa de los modelos animales proporcionará información sobre la relación entre las alteraciones del sueño y la obesidad en los seres humanos (Natale *et al.*, 2013).

Otros investigadores encontraron una variación muy amplia en la duración del sueño en infantes: de 10 a 17 horas en la primera infancia y una reducción de 8.5 a 11 horas a los 11 años (reducción de 2.5 horas). Los niños de familias de bajos recursos fueron a la cama más tarde y se despertaron más tarde, los niños de las familias grandes tienden a ir a la cama más tarde (Maher *et al.*, 2010; Peter *et al.*, 2012; Blair *et al.*, 2012).

El sueño debe ser una prioridad especialmente para los niños, debido que en la actualidad existen pocas probabilidades de tener descanso suficiente (sueño), lo cual afecta el equilibrio de los sistemas hormonales, el crecimiento intelectual, la maduración y la bioenergética. Por lo tanto, el tratamiento de la obesidad que incluye programa de alimentación y ejercicio debe acoplarse a la calidad y cantidad del sueño del niño (Spruyt y Gozal, 2012; Mavanji *et al.*, 2012), además de la modificación del ambiente obesogénico.

CONCLUSIONES

Los programas de prevención y tratamiento están enfocados a establecer un estilo de vida saludable desde la infancia, con la finalidad de disminuir la incidencia de obesidad y sus comorbilidades.



Figura 2. Foto de Peter Menzel, tomada del libro "Hungry Planet". Alimentos que consume en una semana una familia mexicana.

El ambiente obesogénico actual es uno de los más graves problemas para el combate de la obesidad infantil, incluyendo la falta de sueño, que afecta a la regulación de los sistemas homeostáticos y hormonales, el crecimiento somático, la maduración y la bioenergética. Por lo tanto, las evaluaciones de la forma de vida generador de obesidad, como la ingesta de alimentos, la actividad física entre otros factores, deben complementarse con una evaluación precisa de la calidad y cantidad del sueño con un ajuste del gasto calórico total. Cabe mencionar que no hay un tratamiento específico y efectivo que funcione para toda la población, ya que la obesidad es una enfermedad multifactorial.

LITERATURA CITADA

- BARQUERA, S.; CAMPOS-NONATO, I.; RIVERA, J., Obesidad en México: epidemiología y políticas de salud para su control y prevención. *Gaceta Médica de México*, 146: 397-407, 2010.
- BLAIR, P. S.; HUMPHREYS, J. S.; GRINGRAS, P.; TAHERI, S.; SCOTT, N.; EMOND, A.; HENDERSON, J.; FLEMING, P.J., Childhood Sleep Duration and Associated Demographic Characteristics in an English Cohort. *Sleep*, 35: 353-360, 2012.
- BROWN, E. J., *Nutrición de las diferentes etapas de la vida*. 3ª. Edición. México: Editorial Mc Graw Hill, pp. 280, 322, 322, 325, 2010.
- BURROES A. R., Prevención y tratamiento de la obesidad desde la niñez: la estrategia para disminuir las enfermedades crónicas no transmisibles del adulto. *Revista médica del Chile*, 128: 105-110, 2000.
- CABRERIZO L., RUBIO M. A., BALLESTEROS M. D., MORENO LOPERA C., Complicaciones asociadas a la obesidad. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 14: 156, 2008.
- CANO GARCINUÑO A., PÉREZ GARCÍAB I., CASARES ALONSOC I., Obesidad infantil: opiniones y actitudes de los pediatras. *Gaceta sanitaria*, 22: 98-104, 2008.
- CASTILLO-RUIZ O.; VELÁZQUEZ, G.; URESTI-MARÍN, R.; MIER, N.; VÁZQUEZ M.; RAMÍREZ DE LEÓN, J. A., Estudio de los hábitos alimentarios de niños de 4-6 años de Reynosa, Tamaulipas. *CYTA: Journal of food*, 10: 5-11, 2012.
- ESCUDERO ÁLVAREZ, E. y GONZÁLEZ SÁNCHEZ, P., La fibra dietética. *Nutrición Hospitalaria*, 21(suppl.2): 61-72, 2006.
- FERNÁNDEZ VIEITEZ, J. A., Superficie corporal como indicador de masa muscular en el adulto del sexo masculino. *Revista Cubana Salud Pública*, 29: 124-127, 2003.
- GÓMEZ-DÍAZ R. A., RÁBAGO-RODRÍGUEZ R., CASTILLO-SOTELO E., VÁZQUEZ ESTUPIÑAN F., BARBA R., CASTELL C., ANDRÉS-HENAO S., WACHER N. H., Tratamiento del niño obeso. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*, 65: 528-546, 2008.
- GUTIÉRREZ J. P.; RIVERA-DOMMARCO J.; SHAMAH-LEVY T.; VILLALPANDO-HERNÁNDEZ S.; FRANCO A.; CUEVAS-NASU L.; ROMERO-MARTÍNEZ M.; HERNÁNDEZ-ÁVILA M., Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública (MX), p. 150, 2012.
- HAN, J. C.; LAWLOR, D. A.; AKIMM, S. Y. S., Childhood Obesity: Progress and Challenges. *Lancet*, 375: 1737-1748, 2010.
- JIMÉNEZ-CRUZ, A.; BACARDI, G. M.; PICHARDO, O. A.; MANDUJANO-TRUJILLO, Z.; CASTILLO RUIZ, O., Infant and toddlers' feeding practices and obesity amongst low-income families in Mexico. *Asia Pacific Journal of Clinic Nutrition*, 19: 316-23, 2010.
- KLEIMAIN, R. E.; KREBS, N.; BAKER, R.; BHATIA, J.; GREER, F.; HEYMAN, M.; LIFSHITZ, F.; BAKER, R., *Manual de Nutrición Pediátrica*. 5ª edición. México: Editorial Intersistemas, pp. 573, 574, 576, 2004.
- KORBMAN R., *Tratamiento y prevención de la obesidad en niños y adolescentes: guía práctica para psicólogos, nutriólogos, padres y maestros*. Nutrición. 1ª edición, México: Trillas, pp. 94-95, 2007
- LUCASSEN, E.A.; ROTHER, K.I.; CIZZA, G. ¿Interacting epidemics? Sleep curtailment, insulin resistance, and obesity. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1264:110-134, 2012.
- LUJÁN S. A.L.; PIAT G. L.; OTT R. A.; ABREO G.I., Obesidad infantil, la lucha contra un ambiente obesogénico. *Revista de Posgrado de la Vía Cátedra de Medicina*, 197:19-24, 2010.
- MAHER, C.; BLUNDEN, S.; MATRICCIANI, L., Normative Data on the Sleep Habits of Australian Children and Adolescents Tim Olds. *Sleep*, 33: 1381-1388, 2010.
- MÁRQUEZ IBÁÑEZ B.; ARMENDÁRIZ ANGUIANO A. L.; BACARDÍ GASCÓN M.; JIMÉNEZ CRUZ A. Revisión de ensayos clínicos controlados mediante cambios en el comportamiento para el tratamiento de la obesidad. *Nutrición Hospitalaria*, 23(1): 1-5, 2008.
- MAVANJI, V.; BILLINGTON, C. K.; KOTZ, C. M; TESKE, J. A., Sleep and Obesity: A focus on animal models. *Neuroscience Biobehavioral Review Journal*, 36: 1015-1029, 2012.

- NATALE, R.; SCOTT, S. H.; MESSIAH, S. E.; SCHRACK, M. M.; UHLHORN, B.; DELAMATER, A., Design and methods for evaluating an early childhood obesity prevention program in the childcare center setting. *Public Health*, 13: 1-10, 2013.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2012, Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación.
- PEÑA, M. M.; DIXON, X.; TAVERAS E., Are You Talking to me? The Importance of Ethnicity and Culture in Childhood Obesity Prevention and Management. *Childhood Obesity*, 8: 23-27, 2012.
- PÉREZ-LIZAU, A. B.; GARCÍA-CAMPOS, M., *Dietas normales y terapéuticas, los alimentos en la salud y la enfermedad*, 6ª Edición. México: Ediciones científicas, La prensa Médica Mexicana, pp. 310, 313, 2012.
- PETER, S. B.; HUMPHREYS, J.; GRINGRAS, TAHERI, S.; NSCOTT, N.; EMOND, A.; HENDERSON, J.; FLEMING, P., Childhood Sleep Duration and Associated Demographic Characteristics in an English Cohort. *Sleep*, 35: 353-360, 2012.
- RAMÍREZ DE LEÓN J. A.; URESTI MARÍN R. M.; ALDANA MADRID M. L.; LOARCA PIÑA M. G. F., *Avances de Ciencia y tecnología alimentaria en México*, 1ª Edición. México: Editorial Plaza y Valdez, p. 48, 2012.
- RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ, A.; DE LA CRUZ SÁNCHEZ, E.; FEU, S.; MARTÍNEZ SANTOS, R., Sedentarismos, obesidad y salud mental en la población española de 4 a 15 años de edad. *Revista Española de Salud Pública*, 85: 373-382, 2011.
- SANTOS M. S., La educación física escolar ante el problema de la obesidad y el sobrepeso. *Revista internacional de medicina y ciencias de la actividad física y el deporte*, 5(19): 179-199. 2005
- SPRUYT, K., GOZAL, D., The underlying interactome of childhood obesity: the potential role of sleep. *Childhood obesity*, 8(1): 38-42, 2012.
- VÁSQUEZ, G. E. M.; ROMERO, V. E.; ORTIZ, M. A.; GÓMEZ; C. Z.; GONZÁLEZ, R. J. L.; CORONA, A. R., Guía clínica para el diagnóstico, tratamiento y prevención del sobrepeso y la obesidad en pediatría. *Revista Medica Instituto México Seguro Social*, 45: 173-186, 2007.
- YANG Y., GOLDBERGER-FIEBERT J. D., WEIN L. M., Analyzing Screening Policies for Childhood Obesity. *Management Science*, 59: 782-795, 2013.
- YESTE, D.; CARRASCOSA, A., El manejo de la obesidad en la infancia y adolescencia: de la dieta a la cirugía. *Anales de Pediatría*, 77: 71-74, 2012.
- YESTE, D.; GARCÍA-REYNA, N.; GUSSINYER, S.; MARHUENDA, C.; CLEMENTE, M.; ALBISU, M.; GUSSINYER, M.; CARRASCOSA, A., Perspectivas actuales del tratamiento de la obesidad infantil. *Revista Española de Obesidad*, 6: 139-152, 2008.

De páginas electrónicas

- Cuidado Infantil. En: <http://cuidadoinfantil.net/consejos-alimentarios-contra-la-obesidad-infantil.html>, 15 de junio. 2013.
- Healthy India. En: <http://www.healthy-india.org/eating-right/freedom-from-childhood-obesity.html>, 15 de junio. 2013.
- World Health Organization. En: <http://www.who.int/en/>. 18 de septiembre. 2013.

Bacteriocinas: características y aplicación en alimentos

Bacteriocins: characteristic and applications in foods

Guadalupe Mondragón Preciado^{1*}, Pilar EscalanteMinakata²,
Juan Alberto Osuna Castro³, Vrani Ibarra Junquera⁴, Jesús Antonio Morlett Chávez¹,
Cristóbal Noé Aguilar González¹, Raúl Rodríguez Herrera¹

Revisión Científica

Mondragón Preciado, G.; Escalante Minakata, P.; Osuna Castro, J. A.; Ibarra Junquera, V. I.; Morlett Chávez, J. A.; Aguilar González, C. N.; Rodríguez Herrera, R., Bacteriocinas: características y aplicación en alimentos. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 59, 63-69, 2013.

RESUMEN

Las bacteriocinas representan un sustituto potencial de conservantes químicos, debido a que son producidas por bacterias ácido lácticas (BAL), las cuales son consideradas GRAS (generalmente reconocidas como seguras, por sus siglas en inglés), que tienen un papel importante en la preservación y fermentación de alimentos. El uso de las bacteriocinas como bioconservantes se atribuye a sus características como inhibir numerosos microorganismos patógenos, su acción en amplios rangos de pHs y termoestabilidad, proponiéndose diferentes aplicaciones de las bacteriocinas en alimentos, ya sea en forma concentrada, en algún sustrato de grado alimentario o agregando la bacteriocina a un soporte, actuando éste como reservorio y difusor del péptido antimicrobiano concentrado a la comida. El propósito de este trabajo es el conocimiento general sobre bacteriocinas, y resaltar su uso potencial como bioconservante en alimentos.

Palabras clave: Bioconservante, BAL, modo de acción, antagonismo, GRAS, aplicaciones en alimentos.

Keywords: Biopreservative, LAB, mode of action, antagonist, GRAS, applications in foods.

Recibido: 3 de Junio de 2013, aceptado: 30 de Septiembre de 2013

¹ Departamento de Investigación en Alimentos, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila.

² Laboratorio Bioingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad de Colima.

³ Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Colima.

⁴ Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Colima.

* Autor para correspondencia: g.mondragon.p@gmail.com

ABSTRACT

The bacteriocins represent a potential substitute for chemical preservatives, because they are produced by lactic acid bacteria (LAB) which are considered GRAS (Generally recognized as safe), that have an important role in the preservation and fermentation of food. The use of bacteriocins as biopreservatives is attributed to its characteristics as inhibiting numerous pathogens microorganisms, their action in wide ranges of pHs and thermostability, proposing different applications of bacteriocins in foods may be in concentrated form or in a food-grade substrate or adding the bacteriocin to a support acting as a reservoir and diffuser to this concentrated antimicrobial peptide to the food. The purpose of this work is the general knowledge of bacteriocins, and to highlight its potential use as biopreservative on food.

INTRODUCCIÓN

Debido a los problemas de salud atribuidos a los aditivos químicos alimentarios de origen sintético y los beneficios que aportan los alimentos "naturales" y "tradicionales", la industria alimentaria enfrenta desafíos que incluyen la demanda de productos alimenticios que no contengan conservantes químicos, libres de microorganismos patógenos y con larga vida en anaquel. En este caso, las bacteriocinas son una opción atractiva como parte de la solución a estos problemas (López et al., 2008), las cuales son péptidos con actividad antimicrobiana, segregadas por un gran número

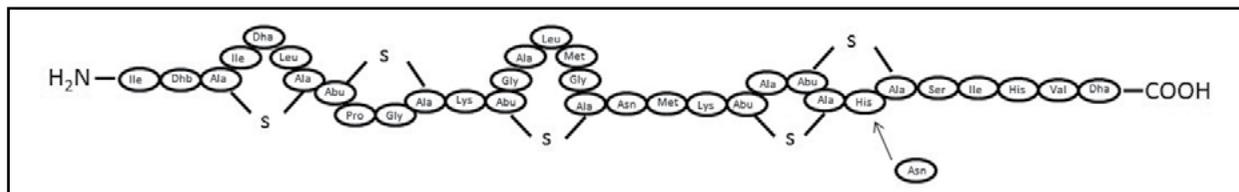


Figura 1. Estructura primaria de la nisina A. Donde Abu = ácido aminobutírico, Dha = dehidroalanina, Ala-S-Ala = lantionina, Dhb = dehidrobitirina (β -metildehidroalanina), Abu-S-Ala = β -metil lantionina. En la posición 27 se indica con una flecha la sustitución del aminoácido Histidina por Asparagina, se convierte de nisina A en nisina Z.

Fuente: Adaptada de Abriouel *et al.*, (2011).

de bacterias para inhibir el crecimiento de otros microorganismos competidores (Monroy *et al.*, 2009).

Las bacteriocinas más estudiadas son las producidas por bacterias ácido lácticas (BAL) (Rojas y Vargas, 2008). Se han realizado gran cantidad de estudios centrándose en la inhibición de microorganismos patógenos para el humano. De manera que el propósito de esta revisión es introducir a los lectores en el estudio y conocimiento sobre bacteriocinas, resaltando la importancia de éstas como posible sustituto de los conservantes químicos en alimentos.

Generalidades de las bacteriocinas

Las bacteriocinas son péptidos con actividad antimicrobiana, segregadas por un gran número de bacterias para inhibir el crecimiento de otros microorganismos competidores (Monroy *et al.*, 2009). Generalmente, estos péptidos actúan sobre la membrana celular (Zapata *et al.*, 2009). Existe una gran diversidad de bacteriocinas reportadas en la mayoría de las especies bacterianas, e incluso dentro de una misma especie podrían producirse distintos tipos de bacteriocinas (Cintas *et al.*, 2001).

Las bacteriocinas más estudiadas son las producidas por BAL (Rojas y Vargas, 2008). Estas bacterias son reconocidas como GRAS, las cuales participan en la fermentación y conservación de alimentos, mejorando su calidad higiénica al inhibir la flora competitiva, la cual incluye microorganismos patógenos (Cintas *et al.*, 2001), tales como *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum* y *Salmonella*, entre otras (Vázquez *et al.*, 2009).

La producción de las bacteriocinas depende del crecimiento y actividad fisiológica de la cepa productora, estando correlacionada la biomasa obtenida con la cantidad de bacteriocina producida (Aasen *et al.*, 2000).

Clasificación de las bacteriocinas

Las bacteriocinas de BAL se clasifican de acuerdo a sus características bioquímicas y genéticas:

Clase I: Lantibióticos. Pequeños péptidos (<5 kDa) activos a nivel de membrana, termolábiles, contienen aminoácidos poco comunes como la dihidroalanina, β -metil-lantionina y lantionina, debido a modificaciones postraduccionales (Kemperman *et al.*, 2003).

Clase I a: Péptidos elongados, catiónicos, moléculas flexibles y anfipáticas. De masa molecular variable entre 2-4 kDa y una carga neta positiva (Zacharof y Lovitt, 2012). Ejemplos de este grupo son la lacticina 3147 y la nisina; esta última producida por *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis*, y reconocida por la FDA como GRAS. Es un péptido de 34 aminoácidos (Figura 1), con dos variantes, la nisina A y la nisina Z (Sangronis y García, 2007).

Clase I b: Péptidos con características globulares, hidrófobos que interfieren inhibiendo reacciones enzimáticas esenciales en bacterias sensibles (Deegan *et al.*, 2006). Su masa molecular varía de 2-3 kDa, pueden tener carga negativa.

Clase II: No lantibióticos. Péptidos pequeños (<10kDa), lineales y sin modificaciones postraduccionales, termoestables (Kemperman *et al.*, 2003), y con una estructura anfifílica helicoidal que permite que actúen a nivel de la membrana plasmática, causando la muerte de la célula sensible.

Clase II a: Son péptidos activos contra *Listeria*, tienen la secuencia consenso en la región N-terminal TGNGVXC (Tyr-Gly-Asn-Gly-Val-Xaa-Cys) (Kemperman *et al.*, 2003), ejemplos de éstas son pediocina PA-1 y sakacina P.

Clase II b: Formadores de complejos, requieren de dos péptidos para una mejor actividad antimicrobiana y dar paso a la formación de poros, miembros de este grupo son lactococcina G, plantaricinas EF y JK, Lactacin F (Zacharof y Lovitt, 2012).

Clase II c: Pequeños péptidos, termoestables, no modificados y que son transportados por péptidos

líder. Ejemplos de éstas son divergicina A y acidocina B (Kemperman *et al.*, 2003).

Clase III: Reúne grandes péptidos (>30kDa) termolábiles, con actividad y estructura compleja (Lai *et al.*, 2002). Helveticina J. V, acidofilicina A y lactacinas A y B son ejemplos de estas bacteriocinas.

Clase IV: Bacteriocinas complejas son péptidos con una parte proteica y una o más fracciones de lipídicas o glucídicas necesarias para su actividad biológica (Kemperman *et al.*, 2003). Algunos ejemplos son lactocina S (glicoproteína) y mesenterocina 52 (lipoproteína).

Modo de acción

La mayoría de las bacteriocinas actúan sobre la membrana de células sensibles, desestabilizando y permeabilizando mediante la formación de canales o poros iónicos (Grande *et al.*, 2005), que van a dar salida a compuestos como fosfato, potasio, aminoácidos, ATP, disminuyendo la síntesis de macromoléculas y por consecuencia la muerte celular (González-Martínez *et al.*, 2003).

Las bacteriocinas de la clase I, como es la nisina, el modelo que se propone (Figura 2) es el modo de acción dual, la bacteriocina se une a la pared celular mediante atracciones electrostáticas (etapa 1). Después, la nisina se une al lípido II, principal transportador de las subunidades de peptidoglucano (principal compuesto de la pa-

red celular), y utiliza esta molécula para anclarse a la membrana celular (etapa 2). Luego, la bacteriocina cambia su orientación en relación con la membrana y se inserta en ésta. Finalmente, la unión de diversos péptidos en el sitio de inserción provoca la formación de un poro transmembranal que permite la salida de moléculas importantes como aminoácidos y ATP, lo que lleva a la bacteria a una rápida muerte celular (etapa 3) (López *et al.*, 2008).

Las bacteriocinas de la clase II, su actividad bactericida es mediante la desestabilización de las funciones de la membrana celular de las células sensibles (González-Martínez *et al.*, 2003).

Las bacteriocinas de la clase III, su modo de acción es promover la lisis de la pared celular de la bacteria sensible. Su región N-terminal es homóloga a una endopeptidasa involucrada en la síntesis de la pared celular, mientras que la región C-terminal es la que reconoce la célula objetivo (Lai *et al.*, 2002).

Resistencia a bacteriocinas

La resistencia puede existir de forma natural o intrínseca, o bien generarse como resultado a la exposición continua, a lo que se le conoce como resistencia adquirida (Ennahar *et al.*, 2000). La resistencia de estos mutantes espontáneos

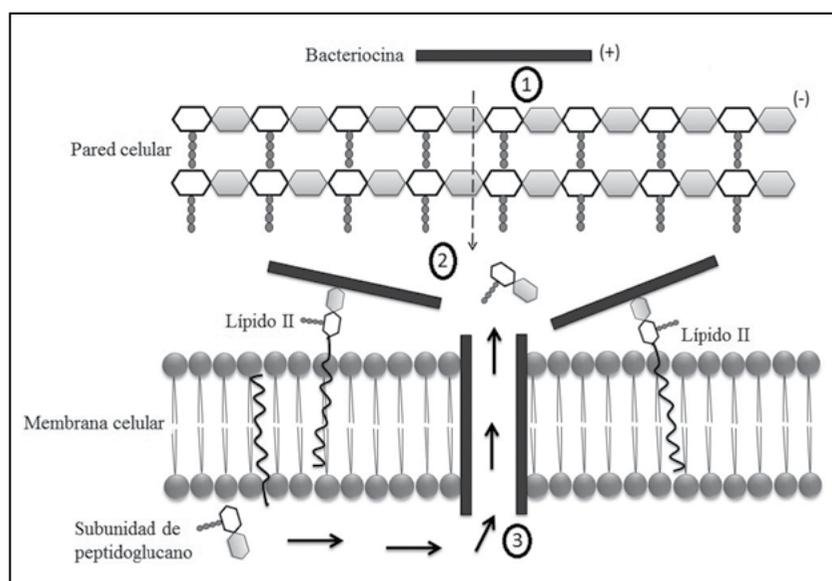


Figura 2. Modelo que muestra el mecanismo de acción dual de la nisina de *Lactococcus lactis*.

Fuente: Adaptado de López *et al.* (2008).

puede relacionarse con cambios en la pared y membrana celular, como alteraciones en el potencial eléctrico, la fluidez, la composición y carga de lípidos de membrana o espesor de la pared celular (Mantovani y Russel, 2001). Este tipo de mecanismos se han estudiado más en *L. monocytogenes*, *Listeria innocua*, *Streptococcus pneumoniae* y *Streptococcus bovis*, donde la resistencia se relaciona con cambios en la pared y membrana celular, cambios como variación en la composición de ácidos grasos de la membrana, reducción de la concentración de fosfolípidos, dificultando así la formación de poros (Abee, 1995).

Para mejorar el potencial de las bacteriocinas, Cintas *et al.* (2001) proponen el uso de mezclas de bacteriocinas, y así reducir la capacidad con la que los microorganismos desarrollan resistencia.

Rango de acción de las bacteriocinas de bacterias ácido lácticas

Las bacteriocinas actúan sobre microorganismos relacionados o presentes en su ambiente (Grande *et al.*, 2006); esto hace que los microorganismos patógenos o de deterioro muestren diferen-

te sensibilidad ante la presencia de la bacteriocina. La nisina muestra amplio espectro de acción hacia bacterias Gram-positivas, incluyendo *S. aureus* y *L. monocytogenes*, también previene la esporulación de *Bacillus spp.* y *Clostridium spp.* (Delves-Broughton, 1991). En la Tabla 1 se muestran diferentes bacteriocinas, el alimento del cual se aisló el microorganismo productor y el antagonismo sobre bacterias Gram positivas y negativas.

Aplicación de las bacteriocinas en alimentos

Las bacteriocinas producidas por BAL son de gran interés en la industria alimentaria, ya que son producto GRAS y pueden ser usadas como bioconservantes (Deegan *et al.*, 2006). El estudio de éstas se ha realizado en alimentos fermentados (Sharma *et al.*, 2011), como el queso (Samelis *et al.*, 2010), en productos cárnicos integrando la bacteriocina en el envase (Siragusa *et al.*, 1999), entre otros.

Comúnmente se usan tres métodos de aplicación de la bacteriocina (Chen y Hoover, 2003):

1. La inoculación directa de BAL en el alimento para producir bacteriocinas en el producto.

Tabla 1. Bacteriocinas de bacterias ácido lácticas y sus antagonismos

| Bacteriocina | Microorganismo productor | Fuente de aislamiento | Antagonismo sobre | Referencia |
|--------------------|---------------------------------------|--------------------------|---|--------------------------------|
| sakasakin 2 | <i>Lantobacillus sake</i> C2 | Bebida de col fermentada | <i>L. acidophilus</i> , <i>Staphylococcus</i> , <i>Sarcina flava</i> , <i>L. innocua</i> | Gao <i>et al.</i> , 2010 |
| LPBM10 | <i>L. plantarum</i> LPBM10 | Leche fermentada | <i>B. cereus</i> , <i>B. pumilus</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>S. aureus</i> | Zapata <i>et al.</i> , 2009 |
| weissellin A | <i>Weissella paramesenteroides</i> DX | Salchichas | <i>L. monocytogenes</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>L. innocua</i> , <i>Clostridium Sporogenes</i> | Papagianni y Papamichael, 2011 |
| plantaricina 35d | <i>L. plantarum</i> | Salchichas | <i>Aeromonas hydrophila</i> | Messi <i>et al.</i> , 2001 |
| ST28MS y ST26MS | <i>L. plantarum</i> | Melaza | <i>Escherichia coli</i> y <i>Acinetobacter baumannii</i> | Todorov y Dicks, 2005 |
| LPBM10 | <i>L. plantarum</i> LPBM10 | Leche fermentada | <i>Salmonella typhimurium</i> , <i>E. coli</i> , <i>Klebsiella sp.</i> , <i>Serratia Marcescens</i> | Zapata <i>et al.</i> , 2009 |
| Bacteriocina | <i>Enterococcus faecium</i> 130 | Queso mozzarella | <i>L. monocytogenes</i> | Tulini <i>et al.</i> , 2011 |
| Bacteriocin ST16Pa | <i>Lactobacillus plantarum</i> ST16Pa | Papaya (Carica papaya) | <i>L. monocytogenes</i> , <i>L. innocua</i> , <i>L. sakei</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> | Todorov <i>et al.</i> , 2011 |

2. Aplicación de la bacteriocina purificada o semipurificada como preservador en el alimento.
3. Uso de un producto previamente fermentado con la producción de la bacteriocina como un ingrediente en un alimento procesado.

La bacteriocina obtenida *ex situ* también se puede aplicar en algún sustrato de grado alimentario, o bien en preparaciones inmovilizadas, donde la bacteriocina se une a un soporte, actuando éste como reservorio y difusor del péptido antimicrobiano a la comida; además, el soporte puede proteger la bacteriocina de inactivación, ya sea de forma enzimática o por la interacción de los componentes del alimento (Ercolini *et al.*, 2006). Un método para preparar películas de embalaje con bacteriocinas es incorporar a ésta directamente en películas hechas a partir de proteínas biodegradables (zeína de maíz o soya), o bien adsorber o recubrir la superficie de un polímero con la bacteriocina, por ejemplo la adsorción de nisina sobre polietileno, o en algunos otros polímeros como etileno, polipropileno, acetato de vinilo, poliamida, cloruro de polivinilo y acrílicos de poliéster (Deegan *et al.*, 2006). Se ha demostrado que la combinación del almacenamiento a temperatura próxima al punto de congelación, junto con el empleo de envases antimicrobianos, resulta ser eficaz en la mejora de la calidad microbiológica de piezas de carne, inhibiendo a carnobacterias, *Brochothrix thermosphacta* y BAL (Ercolini *et al.*, 2010).

Actualmente, la nisina y pediocina PA-1 tienen licencia para su uso como bioconservantes (Simha *et al.*, 2012). La nisina ha sido utilizada como "nisaplina" (Danisco, 2013), la cual es una preparación con 2.5% de nisina, 7.5% de NaCl, leche seca sin grasa (12% proteína y 6% de carbohidrato). Por otro lado, la pediocina PA-1 se utiliza en forma de "ALTA 2431" (Quest), la cual se obtiene por fermentación de la cepa productora *Pediococcus acidilactici* (Ennahar *et al.*, 2000). La natamicina, cuyo nombre comercial es Natamax, inhibe mohos y levaduras y comercialmente se aplica al queso rallado (Daview *et al.*, 1997). Otro producto comercial es el "AvGard", el cual

inhibe patógenos Gram negativos y se aplica en carnes. Estos productos se comercializan en diferentes formulaciones para su uso en alimentos específicos como carnes, mariscos, queso, pan y bebidas (Danisco, 2013).

La pediocina ACh controla el crecimiento de *L. monocytogenes* en empaques al vacío de salchichas tipo Viena, donde se usa el nitrito para estabilizar el color rojo de la carne e inhibir el desarrollo de microorganismos esporulados como *C. botulinum*; sin embargo, el nitrito puede reaccionar con compuestos aminados de la carne y producir nitrosaminas carcinogénicas. En este caso, el uso de las bacteriocinas representa una alternativa al nitrito. Además, las bacteriocinas presentan estabilidad a temperaturas de cocción y son digeridas (por su naturaleza proteica) por las proteasas del tracto gastrointestinal (Chen y Hoover, 2003).

A la fecha, gran variedad de bacteriocinas han sido aplicadas con éxito, pero éstas sólo representan una pequeña fracción de la diversidad existente. La continua investigación conducirá a la obtención de antimicrobianos diversos y robustos (Snyder y Worobo, 2013).

CONCLUSIONES

Las bacteriocinas producidas por BAL tienen beneficios potenciales para su uso en la industria de los alimentos para la conservación de los mismos. Tienen un amplio rango de inhibición contra microorganismos alterantes de la calidad de diferentes alimentos. Al ser de origen proteico, son digeridas por proteasas en el tracto digestivo humano, inactivándose sin llegar a formar compuestos secundarios que pudieran ocasionar un daño a la salud. De manera que representa una intrigante área de investigación, dirigida hacia el descubrimiento de nuevas bacteriocinas y el desarrollo de una rápida caracterización, para dar lugar a su comercialización y uso dentro de la industria alimentaria, representando así la aplicación de estos productos biológicos una alternativa para la preservación y obtención de alimentos seguros para el consumidor.

LITERATURA CITADA

- AASEN, I. M.; MORETRO, T.; KATIA, T.; AXELSSON, L., Influence of complex nutrients, temperature and pH on bacteriocins production by *Lactobacillus sakei* CCUG 42687. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 53: 159-166, 2000.
- ABEE, T., Pore-forming bacteriocins of Gram-positive bacteria and self-protection mechanisms of producer organisms. *FEMS Microbiology Letters*, 129: 1-10, 1995.
- ABRIQUEL, H.; FRANZ, C. M. A. P.; OMAR, N. B.; GÁLVEZ A., Diversity and applications of Bacillus bacteriocins. *FEMS Microbiology Reviews*, 35: 201-232, 2011.
- BIZANI, D.; MOTTA, A.; MORRISY, A.; TERRA, R.; SOUTO, A.; BRANDELLI, A., Antibacterial activity of cerein 8A, a bacteriocin-like peptide produced by *Bacillus cereus*. *International Microbiology*, 8: 125-131, 2005.
- CHEN, H.; HOOVER, D. G., Bacteriocins and their food applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2: 82-100, 2003.
- CINTAS, L. M.; CASAUS, M. P.; HERRANZ, C.; NES, I. F.; HERNÁNDEZ, P. E., Review: Bacteriocins of Lactic Acid Bacteria. *Food Science and Technology International*, 74: 281-305, 2001.
- DAVIEW, E. A.; BEVIS, H. E.; DELVES-BROUGHTON, J., The use of the bacteriocin, nisin, as a preservative in ricotta-type cheeses to control the food-borne pathogen *Listeria monocytogenes*. *Letters Applied Microbiology*, 24: 343-346, 1997.
- DAW, M. A.; FALKINER, F. R., Bacteriocins: nature, function and structure. *Micron Journal*, 27: 467-479, 1996.
- DEEGAN, L. H.; COTTER, P. D.; HILL, C.; ROSS, P., Bacteriocins: Biological tools for biopreservation and shelf-life extension. *International Dairy Journal*, 16: 1058-1071, 2006.
- DELVES-BROUGHTON, J., Nisin and its use as a food preservative. *Food Technology*, 44: 110-117, 1991.
- ENNAHAR, S.; SASHIHARA, T.; SONOMOTO K.; ISHIZAKI, A., Class Ila bacteriocins: biosynthesis, structure and activity. *FEMS Microbiology Reviews*, 24: 85-106, 2000.
- ERCOLINI, D.; FERROCINO, I.; LA STORIA, A.; MAURIELLO, G.; GIGLI, S.; MASI, P.; VILLANI, F., Development of spoilage microbiota in beef stored in nisin activated packaging. *Food Microbiology*, 27: 137-143, 2010.
- ERCOLINI, D.; STORIA, A.; VILLANI, F.; MAURIELLO, G., Effect of a bacteriocin activated polythene film on *Listeria monocytogenes* as evaluated by viable staining and epifluorescence microscopy. *Journal of Applied Microbiology*, 100: 765-772, 2006.
- GAO, Y.; JIA, S.; GAO, Q. Y.; TAN, Z., A novel bacteriocin with a broad inhibitory spectrum produced by *Lactobacillus sake* C2, isolated from traditional Chinese fermented cabbage. *Journal Food Control*, 21: 76-81, 2010.
- GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, B.E.; GÓMEZ-TREVIÑO, M.; JIMÉNEZ-SALAS, Z., Bacteriocinas de probióticos. *Revista Salud Pública y Nutrición*, 4(2), 2003.
- GRANDE, M.; LUCAS, R.; ABRIQUEL, H.; BEN-OMAR, N.; MAQUEDA, M.; MARTÍNEZ-BUENO, M.; MARTÍNEZ-CAÑAMERO, M.; VALDIVIA, E.; GALVEZ, A., Control of *Alicyclobacillus acidoterrestis* in fruit juices by enterocin AS-48. *International Journal of Food Microbiology*, 104: 289-297, 2005.
- GRANDE, M. J.; LUCAS, R.; ABRIQUEL, H.; VALDIVIA, E.; OMAR, N. B.; MAQUEDA, M.; MARTÍNEZ-BUENO, M.; MARTÍNEZ-CAÑAMERO, M.; GÁLVEZ, A., Inhibition of toxicogenic *Bacillus cereus* in rice-based foods by enterocin AS-48. *International Journal of Food Microbiology*, 106: 185-194, 2006.
- KEMPERMAN, R.; KUIPERS, A.; KARSENS, H.; NAUTA, A.; KUIPERS, O.; KOK, J., Identification and characterization of two novel clostridial bacteriocins, circularin A and closticin 574. *Applied Environmental Microbiology*, 69: 1589-1597, 2003.
- LADE, H. S.; CHITANAND, M. P.; GYANANATH, G.; KADAM, T.A., Studies on some properties of bacteriocins produced by *Lactobacillus* species isolated from agro-based waste. *The Internet Journal Microbiology*, 2(1), 2006.
- LAI, A. C.; TRAN, S.; SIMMONDS, R. S., Functional characterization of domains found within a lytic enzyme produced by *Streptococcus equi* subsp. *Zooepidemicus*. *FEMS Microbiology Letters*, 215: 133-138, 2002.
- LÓPEZ, M. J.; OCHOA, Z. A.; SANTOYO, P. G.; ANAYA, L. J.; MEDINA, M. E.; MARTÍNEZ, T. M.; LOEZA, L. P., Bacteriocinas de bacterias Gram positivas: una fuente potencial de nuevos tratamientos biomédicos. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 39(3): 49-57, 2008.

- MANTOVANI, H. C.; RUSSEL, J. B., Nisin resistance of *Streptococcus bovis*. *Applied and Environmental Microbiology*, 67: 808-813, 2001.
- MESSI, P.; BONDI, M.; SABIA, C.; BATTINI, R.; MANICARDI, G., Detection and preliminary characterization of a bacteriocin (plantaricin 35d) produced by a *Lactobacillus plantarum* strain. *International Journal of Food Microbiology*, 64: 193-198, 2001.
- MONROY, D. M.; CASTRO, B. T.; FERNÁNDEZ, P. F.; MAYORGA, R. L., Revisión bibliográfica: Bacteriocinas producidas por bacterias probióticas. *Contactos*, 73: 63-72, 2009.
- PAPAGIANNI, M.; PAPAMICHAEL, E., Purification, amino acid sequence and characterization of the class IIa bacteriocin weissellin A, produced by *Weissella paramesenteroides* DX. *Bioresource Technology*, 2: 6730-6734, 2011.
- ROJAS, C.; VARGAS, P., Bacteriocinas: sustituto de preservantes tradicionales en la industria alimentaria. *Tecnología en Marcha*, 21(2): 9-16, 2008.
- SAMELIS, J.; BLEICHER, A.; DELBES-PAUS, C.; KAKOURI, A.; NEUHAUS, K.; MONTEL, MC., FTIR-based polyphasic identification of lactic acid bacteria isolated from traditional Greek Graviera cheese. *Food Microbiology*, 28: 76-83, 2010.
- SANGRONIS, E.; GARCÍA, J., Efecto de la adición de nisina en los parámetros físicos, químicos y sensoriales del queso "telita". *Anales Venezolanos de Nutrición*, 20(1): 12-16, 2007.
- SHARMA, N.; KAPOOR, R.; GAUTAM, N.; KUMARI, R., Purification and characterization of bacteriocin produced by *Bacillus subtilis* R75 isolated from fermented chunks of mung bean. *Food Technology Biotechnology*, 49: 169-176, 2011.
- SIMHA, B. V.; SOOD, S. K.; KUMARIYA, R.; GARSA, A. K., Simple and rapid purification of pediocin PA-1 from *Pediococcus pentosaceus* NCDC 273 suitable for industrial application. *Microbiological Research*, 167(9): 544-549, 2012. doi:org/10.1016/j.micres.2012.01.001.
- SIRAGUSA, G. R.; CUTTER, C. N.; WILLET, J. L., Incorporation of bacteriocin in plastic retains activity and inhibits surface growth of bacteria on meat. *Food Microbiology*, 16: 229-235, 1999.
- TORODOV, S. D.; DICKS, L. M. T., *Lactobacillus plantarum* isolated from molasses produces bacteriocins active against Gram-negative bacteria. *Enzyme and Microbial Technology*, 36: 318-326, 2005.
- SNYDER A. B.; WOROBO, R. W., Chemical and genetic characterization of bacteriocins: antimicrobial peptides for food safety. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Published online in Wiley Online Library, 2013. DOI: 10.1002/jsfa.6293
- TODOROV, S. D.; PRÉVOST, H.; LEBOS M.; DOUSSET X.; LEBLANC, J. G.; FRANCO, B. D. G. M., Bacteriocinogenic *Lactobacillus plantarum* ST16Pa isolated from papaya (Carica papaya) — From isolation to application: Characterization of a bacteriocin. *Food Research International*, 44: 1351-1363, 2011.
- TULINI, F. L.; GOMES, B. C.; DE MARTINIS, E. C. P., Partial purification and characterization of a bacteriocin produced by *Enterococcus faecium* 130 isolated from mozzarella cheese. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 31(1): 155-159, 2011.
- VÁZQUEZ, S. M.; SUÁREZ, H.; ZAPATA, S., Utilización de sustancias antimicrobianas producidas por bacterias ácido lácticas en la conservación de la carne. *Revista Chilena de Nutrición*, 36(1): 64-71, 2009.
- ZACHAROF, M. P.; LOVITT, R. W., Bacteriocins produced by lactic acid bacteria. A review article. *APCBEE Procedia*, 2: 50-56, 2012.
- ZAPATA, S.; MUÑOZ, J.; RUIZ O. S.; MONTOYA O. I.; GUTIÉRREZ P. A., Aislamiento de *Lactobacillus plantarum* LPBM10 y caracterización parcial de su bacteriocina. *VITAE, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*, 16: 75-82, 2009.

De páginas electrónicas

- Danisco website, Antimicrobials. En: <http://www.danisco.com/product-range/antimicrobials/>. Septiembre, 2013.

Política editorial

Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes

Guía para Autores

Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes es una revista arbitrada, científica y multidisciplinaria con periodicidad cuatrimestral, editada por la Dirección General de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Tiene como objetivo principal de difundir y promover el desarrollo de la investigación y la producción científica con estándares de calidad en los ámbitos local, nacional e internacional.

El primer número se publicó en el año de 1990 y hasta el momento se han editado más de 50. Su distribución está dirigida a instituciones de educación superior, centros de investigación, bibliotecas y dependencias de gobierno; además, tiene convenios de intercambio bibliotecario, como: México-USA, COMPAB, REBCO y REMBA. A nivel internacional, la revista se difunde por medio de los índices en los que está citada: Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica del CONACYT, Actualidad Iberoamericana, IRESIE, LATINDEX, PERIÓDICA y REDALYC, y en las bases de datos: DIALNET, DOAJ, HELA, y ULRICH'S Periodicals Directory.

En su estructura considera dos secciones: 1) *Editorial*, que incluye el Directorio, un Consejo Editorial y un Comité Editorial de distinguida trayectoria, y 2) *Artículos Científicos*, inéditos y originales relacionados con las Ciencias Agropecuarias, Ciencias Naturales y Exactas, Ciencias de la Salud, Ingenierías y Tecnologías, así como con las Ciencias Económicas, Sociales y Humanidades.

La revista participa en la Declaración del Movimiento Internacional *Open Acces* con el fin de contribuir al aumento de la visibilidad, el acceso y la difusión de la producción científica, por ello, los autores y colaboradores de los artículos ceden los derechos autorales a la revista *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, de manera que la misma podrá publicarlos en formato impreso y/o electrónico, incluyendo Internet.

Criterios para publicar

Los manuscritos propuestos a publicación deberán ser textos científicos que no hayan sido publicados ni enviados simultáneamente a otra revista para su publicación y de esta manera, sean una contribución inédita a la literatura científica. Sólo se aceptan artículos escritos en idioma español y deberán contener todas las secciones estipuladas en esta Guía, formateados correctamente. Deben seguir las reglas gramaticales y ortográficas de la lengua española. Todos los manuscritos serán evaluados por al menos dos especialistas o investigadores expertos de las diferentes áreas, pertenecientes a diversas instituciones de investigación reconocidas a nivel nacional e internacional.

I. Tipos de publicaciones

Investigación y Ciencia acepta tres tipos de contribuciones: artículos científicos de investigación, revisiones y notas científicas o comunicaciones cortas, sin embargo, se da prioridad a los primeros de tal manera que cada número debe contener un máximo de dos artículos de revisión o notas científicas. El autor debe indicar en qué sección desea que su manuscrito sea incluido.

Artículos de investigación: son artículos que informan resultados de investigaciones, cuyos temas queden comprendidos en las áreas del conocimiento anteriormente indicadas y que sean de interés científico por su relevancia.

Artículos de revisión: son artículos que resumen y analizan un tema científico de importancia, pueden ser revisiones del estado actual de un campo de investigación o estudios de caso.

Notas científicas o comunicaciones cortas: son artículos cortos de temas relevantes de ciencia y tecnología que describen o explican un hallazgo, que por su mérito científico ameritan una rápida publicación. Pueden incluirse resultados relevantes que se quieren difundir de forma rápida y no detallada, con información concluyente, pero insuficiente para su análisis en extenso.

II. Estructura del contenido

Artículos de investigación

No deberá ser menor de cinco ni mayor de 15 cuartillas incluyendo las ilustraciones. En algunos casos se podrá acordar con el editor una extensión mayor, no sin antes valorar la importancia de dicha ampliación. Los manuscritos deberán incluir los siguientes elementos (si de acuerdo a la temática no es posible cumplirlo se deberá justificar):

TÍTULO. Deberá ser breve y claro que refleje el contenido del trabajo. No exceder de 20 palabras, escrito en español y en renglón aparte, la versión del título en inglés.

NOMBRE(S) DEL/LOS AUTOR(ES). Presentar en primer orden el nombre completo del autor principal y posteriormente los demás autores (sin grado académico), agregando al pie de página para cada uno su descripción (departamento, dependencia e Institución) y correo electrónico.

RESUMEN. Deberá ser un sólo párrafo que sintetice el propósito del trabajo y reúna las principales aportaciones del artículo en un máximo de 150 palabras, sin subdivisiones y citas bibliográficas. Esta sección se iniciará con la palabra **RESUMEN** al margen izquierdo, con letras negritas y sin punto. Todo manuscrito debe incluir una versión en inglés del resumen (*abstract*).

PALABRAS CLAVE. Incluir seis palabras clave relacionadas con el contenido del trabajo, escritas en español y su versión en inglés (*keywords*).

INTRODUCCIÓN. Señalar en qué consiste el trabajo completo, objetivos, antecedentes, estado actual del problema e hipótesis.

MATERIALES Y MÉTODOS. Describir en forma precisa el procedimiento realizado para comprobar la hipótesis y los recursos empleados en ello.

RESULTADOS. Describir los resultados de la investigación. Se podrán presentar datos de medición o cuantificación.

DISCUSIÓN. Presentar la interpretación de los resultados de acuerdo con estudios similares, es decir, correlacionando el estudio con otros realizados, enunciando sus ventajas y aportaciones, evitando adjetivos de elogio.

CONCLUSIONES. Precisar qué resultados se obtuvieron y si permitieron verificar la hipótesis; asimismo, plantear perspectivas del estudio y de su aplicación.

LITERATURA CITADA. Todas las referencias en el texto deberán aparecer en esta sección y viceversa. Es necesario notar que los títulos de las revistas no se abrevian, que hay espacios entre las iniciales y que se deben nombrar todos los autores.

Se anotarán en orden alfabético utilizando el siguiente formato:

De libros:

AUTOR (ES) comenzando con el apellido e iniciales del nombre en mayúsculas, *título (en cursivas)*. volumen, edición, país: editorial, páginas, año.

De publicaciones periódicas:

AUTOR (ES) comenzando con el apellido e iniciales del nombre en mayúsculas, título del artículo, *revista (en cursivas)*. volumen, número, páginas consultadas, fecha de publicación.

De páginas electrónicas en sección aparte con el título de Dictiotopografía:

AUTOR (ES) comenzando con el apellido e iniciales del nombre en mayúsculas, título, *revista (en cursivas)*. volumen, número, páginas consultadas. De: URL de la versión digital, fecha de consulta.

AUTOR (ES) comenzando con el apellido e iniciales del nombre en mayúsculas, título, portal. De: URL, fecha de consulta.

En el texto se citará de la siguiente manera: (Aguilar, 2000) o Aguilar (2000); (Aguilar y Camacho, 2001) o Aguilar y Camacho (2001); (Aguilar *et al.*, 2002) o Aguilar *et al.* (2002). En orden cronológico (Juárez, 1954; Aguilar, 2000; Méndez, 2000). En orden cronológico y alfabético en el mismo año (Juárez, 1954, 1960, 1960a, 1960b).

TABLAS Y FIGURAS. Deberán colocarse en el lugar que les corresponde a lo largo del artículo, serán numeradas consecutivamente utilizando números arábigos y referidas al texto.

Las tablas deberán tener título breve en la parte superior utilizando mayúsculas y minúsculas con tipografía Arial 10 pts. tanto en letras como en números. Su orientación será vertical.

En las figuras utilizar mayúsculas y minúsculas con tipografía Arial 8-10 pts. El tamaño máximo de la figura incluyendo leyendas, será de 12 cm de longitud y 16 cm de ancho, el mínimo permitido será de 6 cm de longitud y 8 cm de ancho.

Se debe explicar claramente al pie de cada Tabla y/o Figura, el contenido de las mismas en cursivas.

Además de las tablas o figuras, el artículo se debe acompañar de al menos una ilustración con pie de foto explicativo breve, indicando si es de su autoría o citando la fuente. Los dibujos o esquemas deberán estar en original.

Las imágenes o ilustraciones deben tener una calidad mínima de 300 dpi. o al menos 5 megapíxeles con formato TIFF, EPS o JPG. En caso de que el artículo contenga varias ilustraciones, éstas se deberán presentar en otro archivo.

Artículos de revisión

Deben incluir título, nombres de los autores y sus datos, resumen (*abstract*) y palabras clave (*keywords*) en español y en inglés, texto del artículo considerando: introducción al tema (incluyendo por qué el problema es de interés), desarrollo del trabajo con una discusión académica, conclusión y un apartado de referencias. El contenido del artículo puede estar subdividido cuidando que exista una conexión entre los apartados. La literatura citada, figuras y tablas seguirán el mismo formato que en los artículos de investigación. No deberá ser menor de cinco ni mayor de 15 cuartillas.

Notas científicas

Deben incluir título, nombres de los autores y sus datos, resumen (*abstract*) y palabras clave (*keywords*) en español y su versión en inglés. El texto deberá escribirse de continuo y sin espacio extra entre los párrafos. La literatura citada, figuras y tablas seguirán el mismo formato que en los artículos de investigación. No deberá ser mayor de cinco cuartillas.

III. Características de la revisión de artículos

1. El editor se reserva el derecho de devolver a los autores los artículos que no cumplan con los criterios para su publicación.
2. Todos los trabajos son sometidos a un arbitraje de doble ciego a cargo de la Cartera

de Árbitros que integra la revista, la cual está compuesta por miembros del SNI o investigadores expertos en el área pertenecientes a instituciones de investigación reconocidas a nivel nacional e internacional. Cada trabajo es revisado por al menos dos evaluadores, especificando en el dictamen si se acepta el artículo intacto, con modificaciones o si definitivamente se rechaza. En caso de contar con resultados discrepantes, se enviará el trabajo a un tercer evaluador, cuyo resultado será definitivo.

3. El editor dará a conocer al autor contacto el resultado del arbitraje a través del formato "Observaciones"; si el trabajo es aceptado con modificaciones, el autor deberá atenderlas en un plazo no mayor a 10 días hábiles y enviará nuevamente al editor el original y el archivo electrónico del artículo junto con un **archivo de respuesta a dichas observaciones** en formato *Word*. El archivo consiste en una explicación detallada de las modificaciones realizadas tomando en cuenta todas y cada una de las observaciones señaladas por los evaluadores. Incluir el comentario del evaluador y la correspondiente acción o respuesta del autor. No es necesario incluir en este archivo las anotaciones realizadas por los evaluadores sobre el artículo.
4. Cuando el autor demore más de 30 días en responder a las sugerencias de los evaluadores, el artículo no será considerado para publicarse en el siguiente número de la revista.
5. El editor informará al autor contacto en su caso, el avance de su trabajo en el proceso de dictaminación, del rechazo, o la fecha de publicación del mismo.
6. La revista se reserva el derecho de adelantar o posponer los artículos aceptados con el fin de dar una mejor estructura a cada número de acuerdo a la política editorial.
7. Una vez que el artículo haya sido aceptado, pasará a una revisión de estilo y forma, para su versión definitiva. Se enviarán pruebas de impresión en formato PDF al autor contacto y serán devueltas al editor dos días después de haber sido recibidas. Si las pruebas no se entregan a tiempo, el artículo se publicará sin las correcciones correspondientes.
8. Los artículos presentados son responsabilidad total del autor (o los autores) y no reflejan necesariamente el criterio de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, a menos que se especifique lo contrario.

IV. Indicaciones para los autores

1. El escrito se enviará en formato *Word* 2003 o 2007 y en formato PDF, en hoja tamaño carta.
2. Tipografía: Arial en 12 pts.
3. Justificación: completa, no utilizar sangría al inicio de párrafos.
4. Márgenes: Superior e inferior 2.5 cm, izquierdo y derecho de 3 cm.
5. Espacio: doble.
6. Abreviaturas: Escribir el término completo la primera vez que se usa y seguirlo con la abreviatura entre paréntesis.

7. Las expresiones matemáticas deben estar escritas claramente y se debe utilizar el Sistema Internacional de Unidades. Asimismo, los conceptos y términos científicos y técnicos deberán escribirse de forma clara y precisa.

V. Especificaciones de envío

Para enviar un artículo es necesario que el documento cumpla estrictamente con los lineamientos de formato y de contenido que anteriormente se han especificado.

El envío del artículo puede realizarse mediante dos vías:

- a) **Mensajería o entrega personal** en la Dirección General de Investigación y Posgrado, en un sobre cerrado dirigido a Rosa del Carmen Zapata, editora de la revista, el cual deberá contener artículo impreso, archivos del artículo e ilustraciones, resumen curricular del primer autor y datos del autor contacto.
- b) **Correo electrónico** dirigido a la editora de la revista, a través de revistaiyc@correo.uaa.mx que contenga archivos adjuntos (*attachment*) con el artículo, las ilustraciones, resumen curricular del primer autor y datos del autor contacto.

Es importante que el autor conserve una copia de los archivos y de la impresión enviada.

VI. Colaboración e informes

Revista Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes

Dirección General de Investigación y Posgrado
 Departamento de Apoyo a la Investigación
 Av. Universidad núm. 940, C.U.
 Edificio 1-B, segundo piso.
 C.P. 20131, Aguascalientes, Ags.
 Teléfono/Fax (449) 910-74-42
 Correo electrónico:
revistaiyc@correo.uaa.mx
www.uaa.mx/investigacion/revista