



Vol.3 Núm. 2  
JULIO DICIEMBRE 2011

# vidsupra

visión científica

ÓRGANO DE DIFUSIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DEL CENTRO INTERDISCIPLINARIO  
DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL DURANGO CIIDIR-IPN



## **Directorio Instituto Politécnico Nacional**

Yoloxóchitl Bustamante Díez  
**Directora General**  
Juan Manuel Cantú Vázquez  
**Secretario General**  
Daffny J. Rosado Moreno  
**Secretario Académico**  
Jaime Álvarez Gallegos  
**Secretario de Investigación y Posgrado**  
Óscar Jorge Súchil Villegas  
**Secretario de Extensión e Integración Social**  
Ernesto Mercado Escutia  
**Secretario de Servicios Educativos**  
Fernando Arellano Calderón  
**Secretario de Gestión Estratégica**  
Emma Frida Galicia Haro  
**Secretario de Administración**  
Cuauhtémoc Acosta Díaz  
**Secretario Ejecutivo de la Comisión de Operación y  
Fomento de Actividades Académicas**  
Salvador Silva Ruvalcaba  
**Secretario Ejecutivo del Patronato de Obras e Instalaciones**  
Adriana Campos López  
**Abogada General**  
Jesús Ávila Galinzoga  
**Presidente del Decanato**  
José Arnulfo Domínguez Cordero  
**Coordinador de Comunicación Social**  
Juan Rivas Mora  
**Director del Centro de Difusión de Ciencia y Tecnología**

### **“vidsupra, Visión Científica”, Vol. 3, No. 2, julio-diciembre de 2011**

Es una publicación semestral editada por el Instituto Politécnico Nacional, a través del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional CIIDIR-IPN Unidad Durango. Calle Sigma No. 119, Fracc. 20 de Noviembre II. C.P. 34220. Teléfonos: 618 8142091 y 618 814 45 40.

Editor responsable: José Antonio Ávila Reyes.

Certificado de reserva de derechos: No. 04-2010-112211305700-102, ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Certificado de licitud de título número: 14715.

Certificado de licitud de contenido número: 12288, ambos otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación.

Impresa por: Nuestro Entorno, Beatriz Prado No. 32, Col. Benjamín Méndez, Durango, Dgo., C.P. 34020.

Este número se terminó de imprimir el 30 de Junio 2011 con un tiraje de 500 ejemplares. Distribución: CIIDIR-IPN Unidad Durango. Distribución gratuita a Instituciones de Educación Superior.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Politécnico Nacional.

Foto Portada: Marco Antonio Márquez Linares

Comite revisor: Norma Almaraz Abarca y Rebeca Álvarez Zagoya

### **Directorio del CIIDIR-IPN Unidad Durango**

J. Antonio Ávila Reyes  
**Director**  
Marco Antonio Márquez Linares  
**Subdirector Académico y de Investigación**  
Néstor Naranjo Jiménez  
**Subdirector de Servicios Educativos e Integración Social**  
Agustín Ángel Meré Rementería  
**Jefe del Departamento de Investigación y Desarrollo  
Tecnológico**  
Linda Verónica Adame Amador  
**Jefe de la Unidad de Tecnología Educativa y Campus  
Virtual**  
Ma. Angélica Hernández Ávila  
**Titular de la Unidad Politécnica de Integración Social**  
Roberto Villanueva Gutiérrez  
**Coordinador de Enlace y Gestión Técnica**  
Noelia Rivero Quintero  
**Jefa del Departamento de Posgrado**  
Mayra Edith Burciaga Siqueiros  
**Jefe del Departamento de Servicios Educativos**  
Víctor Daniel Ríos García  
**Jefe del Departamento de Informática**  
Diana Carolina Alanís Bañuelos  
**Jefe del Departamento de Recursos Financieros y  
Materiales**  
Dora Ma. Clara Aguilar Reyes  
**Jefe del Departamento de Capital Humano**

- ① **EDULCORANTES UTILIZADOS EN ALIMENTOS.**  
Susana Echavarría-Almeida, Oscar H. Velasco-González<sup>1,2</sup>
- ⑦ **SOBREPESO Y OBESIDAD.**  
Susana Echavarría Almeida, Oscar H. Velasco González
- ⑫ **LA GESTIÓN AMBIENTAL EN EL SIGLO XXI PERSPECTIVAS EN BOTÁNICA Y ECOLOGÍA VEGETAL.**  
M. Socorro González-Elizondo, Martha González-Elizondo, Yolanda Herrera-Arrieta, Irma Lorena López-Enríquez, Jorge A. Tena-Flores, David Ramírez-Noya, Lizeth Ruacho-González y Flor Isela Retana-Rentería
- ⑰ **ADICIONES AL LISTADO DE ESPECIES EN LA FAMILIA ASTERACEAE DE VICENTE GUERRERO, DGO., MÉX.**  
David Ramírez Noya
- ⑳ **FRIEDRICH ADOLPHUS WISLIZENUS: EXPLORADOR DE CHIHUAHUA Y DURANGO EN EL SIGLO XIX, DELEGADO DEL JARDÍN BOTÁNICO DE MISSOURI**  
David Ramírez Noya
- ㉔ **EFFECTOS A LA SALUD POR LA INGESTA CRÓNICA DE ARSÉNICO EN AGUA.**  
Laura Silvia Gonzalez-Valdez<sup>1</sup>, Manuel Quintos-Escalante<sup>1</sup>, María Guadalupe Reyes-Navarrete<sup>1</sup>, E C Vázquez-Alarcón<sup>1</sup>, Alicia Irene Alvarado-De La Peña<sup>1</sup>, D M Antuna<sup>1</sup>, Alfonso García-Vargas<sup>1</sup>, V S Jaquez-Matas, F. Orona-Meza
- ㉙ **MARCADORES RAPD, HERRAMIENTA PARA LA DISCRIMINACIÓN ESPECÍFICA EN EL GÉNERO ZEA.**  
Norma Almaraz-Abarca<sup>1</sup>, Diana María Rivera-Rodríguez<sup>1</sup>, Jesús Sánchez-González<sup>2</sup>, Amanda Delgado-Alvarado<sup>1</sup>, Luis Gerardo Barriada-Bernal<sup>1</sup>, Alfonso Reyes-Martínez<sup>1</sup>, José Roberto Medina-Medrano<sup>1</sup>, José Antonio Ávila-Reyes<sup>1</sup>, José Natividad Uribe-Soto<sup>1</sup>, Jesús Herrera-Corral<sup>1</sup>, Néstor Naranjo-Jiménez<sup>1</sup>
- ㉿ **GREMIOS ECOLÓGICOS DE ARAÑAS (ARACHNIDA:ARANEAE) ASOCIADOS A CULTIVOS Y SU VEGETACIÓN DE BORDE EN EL ESTADO DE DURANGO, MÉXICO.**  
Deisy A. Suárez-Forero<sup>1</sup>, Miguel M. Correa-Ramírez<sup>2</sup>, Rebeca Álvarez-Zagoya<sup>3</sup>
- ④⑤ **EFFECTO DE FORMACIÓN ENDOMICORRIZA VESICULO ARBUSCULAR EN EL CRECIMIENTO DE PLANTULAS DE *Agave victoriae-reginae* T. Moore.**  
Manuel Quintos Escalante<sup>1</sup>; Héctor Montaña Rodríguez<sup>2</sup>; Amanda Jaramillo Santos<sup>2</sup>.
- ④⑧ **EMPLEO DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR PARA LA IDENTIFICACIÓN DE CEPAS PATÓGENAS DE *Vibrio cholera*.**  
Alicia Herrera Benavides<sup>1</sup>, Norma Almaraz Abarca<sup>1</sup>, Manuel Quintos Escalante<sup>1</sup>, Maricela Esteban Méndez<sup>1</sup>
- ⑤③ **ALGUNAS CONSIDERACIONES DEL MEZCAL EN EL MUNICIPIO DE NOMBRE DE DIOS, DURANGO, MÉXICO.**  
Aurelio Colmenero-Robles, Imelda Rosas-Medina, Enrique Vázquez-Sánchez.
- ⑤⑥ **CONTROL DE CALIDAD DE MEDIOS DE CULTIVO.**  
Maricela Esteban Méndez, Manuel Quintos Escalante, Alicia Herrera Benavides

## EDULCORANTES UTILIZADOS EN ALIMENTOS

Susana Echavarría-Almeida, Oscar H. Velasco-González<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. U. Durango. Sigma 119, Frac. 20 de noviembre II, Durango, Dgo. CP 34220, <sup>2</sup>Becario COFAA-EDI. susyechavar@gmail.com; nenoparral@gmail.com

### RESUMEN

El sobrepeso y la obesidad constituyen un problema de salud pública en varios países, incluido México, alcanzando tasas de epidemia a nivel mundial, debido al desequilibrio entre la ingesta calórica y el consumo de energía, razón por la cual se debe controlar el consumo de azúcar de millones de mexicanos. México es uno de los principales consumidores mundiales de bebidas endulzadas, según la Asociación Nacional de Productores de Refrescos y Aguas Carbonatadas. En 2007 en este país se consumieron 160.1 litros de refresco por persona por año. Esto se traduce en que las bebidas endulzadas representan el 27.8% y el 20.7% del consumo diario de calorías en niños pre-escolares y escolares, lo cual muy posiblemente favorece el desarrollo de obesidad.

**PALABRAS CLAVE:** edulcorantes, alimentos funcionales, carbohidratos, obesidad

### ABSTRACT

Overweight and obesity have become a public health problem in several countries, Mexico included; nowadays this disease reaches epidemic rates around the world. Obesity is caused by the misbalance between the caloric ingestion and energy consumption, reason why it is needed control the sugar consumption of Mexican people. Moreover Mexico is among the principal consumers of sweetened beverages, according to the National Association of Producers of Soft Drinks and Carbonated Water. In 2007 Mexicans consumed 160.1 liters per person per year of soda. This means that sweetened beverages represent between 27.8% and 20.7% of the daily caloric consumption on children in school ages, which possibly represents the development of young obesity.

**KEY WORDS:** sweeteners, functional foods, carbohydrates, obesity

### INTRODUCCIÓN

Los problemas de sobrepeso y obesidad a nivel mundial, debidos al desequilibrio entre la ingesta calórica y al nivel de actividad, han llevado a las organizaciones de salud internacionales a establecer programas emergentes para tratar de disminuir ese problema (OPS, 2006). Los altos índices de sobrepeso y obesidad, pueden conducir al desarrollo de múltiples padecimientos, especialmente de tipo crónico-degenerativos, como las enfermedades coronarias y diabetes tipo II. De acuerdo al diagnóstico realizado por el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP 2010), dentro de la población infantil también se han alcanzado niveles elevados de sobrepeso y obesidad, problemas que, de acuerdo a lo reportado Asociación Nacional de Productores y Distribuidores de Refrescos y Aguas Carbonatadas, A. C. (ANPDRyAC, 2012), están íntimamente relacionados con los altos niveles de consumo de bebidas endulzadas. Esa situación ha sentado las bases para el desarrollo de nuevos productos con bajo aporte calórico, para lo cual es necesario el conocimiento de los diferentes edulcorantes con que cuenta actualmente el tecnólogo en alimentos y orientar al consumidor interesado en disminuir la ingesta de calorías, para mantener un nivel de vida saludable.



Por su estructura. Los polioles de baja energía o alcoholes del azúcar como:

A) Polioles monosacáridos: sorbitol, manitol y xilitol.

B) Polioles disacáridos: lactitol, isomaltol y maltitol.

C) Polioles polisacáridos: jarabe de glucosa hidrogenado. En realidad, es una mezcla de polisacáridos y oligosacáridos. Se obtienen a partir de glucosa o sacarosa, se usan frecuentemente en la elaboración de productos dietéticos para diabéticos, porque se absorben muy lentamente. No contribuyen al desarrollo de caries dental, pues las bacterias cariogénicas no pueden metabolizarlos tan rápidamente como el azúcar, se emplean con frecuencia para edulcorar chicles, caramelos y, en general, productos que pueden permanecer mucho tiempo en la boca. El consumo frecuente de este tipo de productos pudiera tener como efecto negativo acción laxante.

D) Los hidrolizados de almidón hidrogenados.

El poder edulcorante se determina en relación a los gramos de sacarosa que hay que disolver en agua para obtener un líquido de igual sabor que la disolución de 1g de edulcorante

en el mismo volumen. La Tabla 1 muestra el poder edulcorante de varias sustancias.

Los edulcorantes alternativos al azúcar están reglamentados con base en su seguridad por diversas organizaciones internacionales, como son El Diario Oficial de la Unión Europea (Diario Oficial de la Unión Europea, 2012, página electrónica), el Comité Conjunto de Expertos de la Organización Mundial de la Salud y la Organización para los Alimentos y la Agricultura (JECFA, 2012, página electrónica), Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN, 2012, página electrónica), la Autoridad Europea de seguridad alimentaria (EFSA, 2012, página electrónica), la Food and Drug Administration (FDA) y la Secretaría de Salud de México. Estos organismos internacionales fijaron la Ingesta Diaria Aceptable (IDA) de cada edulcorante artificial y la definieron como la estimación de la cantidad de aditivo alimentario, en base al peso corporal, que puede ingerirse diariamente, sin riesgo apreciable de la salud.

Compuesto	Potencia
Lactosa	0.4
Dulcitol	0.4
Sorbitol	0.5
Maltosa	0.5
Galactosa	0.6
D-Glucosa	0.7
D-Xilosa	0.7
Manitol	0.7
Glicina	0.7
Azúcar invertido	0.7-0.9
Glicerol	0.8
Sacarosa	1.0
Xilitol	1.0
D-Fructuosa	1.1
p-Anisulurea	18.0
Ciclo hexilsulfamato de sodio (ciclamato)	30-80
Cloroformo	40
Glicirricina	50-100
Dulcina (4-etoxifenilurea)	70-350
Aspartamo (éster metílico de aspartil, fenilalanina)	100-200
6-Clorosacarina	100-350
5-Nitro-2-metoxi-anilina	167
Acesulfam K	130-200
5-metil-sacarina	200
Sacarina sódica	200-700
n-Hexilcloromalonamida	300
Esteviosido (estevia)	300
Narangina dehidrochalcona	350
Filodulcina	400
Lo-Han	400
1-Bromo-5-nitroanilina	700
5-Nitro-2-etoxianilina	950
Hernan dulcina	1000
Perillaldehído antio-aldoxina	2000
Neohesperidinadehidrochalcona	2000
Monelina	2000-2500
Taumatina	2500
5-Nitropropoxianilina (P-4000)	4000

Tabla 1. Poder edulcorante en base a sacarosa (1.0) de distintos agentes edulcorantes.

Fuente: Valle-Vega y Lucas-Florentino (2000)

La Unión Europea asigna la letra “E” seguida de un número, a los aditivos que han sido aprobados por el Comité Científico de Alimentos.

La Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos (FDA) aplica el término GRAS (Generally Recognised as Safe) cuando un aditivo es seguro.

#### Tipos de edulcorantes

##### Sustitutos naturales del azúcar

- Brazzein: proteína, 800× dulzor de la sacarosa (por peso).
- Curculin: proteína, 550× dulzor (por peso).
- Erytritol: polialcohol, 0.7× dulzor (por peso), 14× dulzor de la sacarosa (por energía del alimento), 0.05× densidad energética de la sucrosa.
- Estevia: (*Stevia rebaudiana bertoni*), 250× dulzor (por peso).
- Fructosa: 1.7× dulzor (por peso y por energía del alimento), 1.0× densidad energética de la sucrosa. Es GRAS.
- Glicirricina: esteroide (regaliz), 50× dulzor (por peso), se emplea para enmascarar el mal sabor de los medicamentos.
- Glicerol: 0.6× dulzor (por peso), 0.55× dulzor (por energía del alimento), 1.075× densidad energética, E422.
- Hidrolizados de almidón hidrogenado: 0.4×–0.9× dulzor (por peso), 0.5×–1.2× dulzor (por energía del alimento), 0.75× densidad energética.
- Lactitol: 0.4× dulzor (por peso), 0.8× dulzor (por energía del alimento), 0.5× densidad energética, E966.
- Lo Han Guo: *Siraitia grosvenorii*, 300× dulzor (por peso).
- Mabinlin: proteína, 100× dulzor (por peso).
- Maltitol: 0.9× dulzor (por peso), 1.7× dulzor (por energía del alimento), 0.525× densidad energética, E965.

##### Maltooligosacaridos

- Manitol: 0.5× dulzor (por peso), 1.2× dulzor (por energía del alimento), 0.4× densidad energética, E421.
- Miraculin: proteína, n× dulzor (por peso).
- Monellin: proteína, 3,000× dulzor (por peso).
- Pentadin: proteína, 500× dulzor (por peso).
- Sorbitol: 0.6× dulzor (por peso), 0.9× dulzor (por energía del alimento), 0.65× densidad energética, E420.
- Tagatose: 0.92× dulzor (por peso), 2.4× dulzor (por energía del alimento), 0.38× densidad energética.
- : proteína, 2.000× dulzor (por peso), E957. GRAS.
- Xilitol: 1.0× dulzor (por peso), 1.7× dulzor (por energía del alimento), 0.6× densidad energética, E967.

##### Sustitutos artificiales del azúcar

- Acesulfame de Potasio: 200× dulzor (por peso), Nutrinova, E950, aprobado por la FDA en 1988. Según la JECFA su IDA es 15 mg/kg de peso corporal y de 9 mg/kg de peso corporal

- según la SCF.
- Alitame: 2,000× dulzor (por peso), Pfizer, Pendiente la aprobación por la FDA. La JECFA ha establecido su IDA entre 0-1 mg/kg de peso corporal.
- : 160–200× dulzor (por peso), NutraSweet, E951, aprobado por la FDA en 1981. Tanto la JECFA como el SCF, han establecido la IDA en 40 mg/kg de peso corporal.
- Sal de aspartame-acesulfame: 350× dulzor (por peso), Twinsweet, E962.
- Ciclamato: 30× dulzor (por peso), Abbott, E952, prohibido por la FDA en 1969, pendiente la reaprobación, sin embargo, es permitido por la JECFA y Latinoamérica. La JECFA ha establecido la IDA en 11 mg/kg de peso corporal y la SCF en 7 mg/kg de peso corporal.
- Dulcin: 250× dulzor (por peso), prohibido por la FDA en 1951. Su uso tenía ventaja sobre la sacarina, ya que no impartía sabor amargo.
- Glucin: 300× dulzor (por peso). En Estados Unidos está prohibido su uso por posibles casos de cáncer atribuidos a su consumo.
- Neohesperidina dihidrocalcone: 1.500× dulzor (por peso), E959. La SCF establece su IDA en 5 mg/kg de peso corporal.
- Neotame: 8,000× dulzor (por peso), NutraSweet, aprobado por la FDA en 2002. La SCF fijó la IDA en 0-2 mg/kg del peso corporal.
- P-4000: 4,000× dulzor (por peso), prohibido por la FDA en 1950.
- Sacarina: 300× dulzor (por peso), E954, aprobado por la FDA en 1958. Tanto la JECFA como la SCF establecen su IDA en 5 mg/kg de peso corporal.
- Isomalt: 0.45×–0.65× dulzor (por peso), 0.9×–1.3× dulzor (por energía del alimento), 0.5× densidad energética, E953.
- Sucralosa: se descubrió en 1976, marcas como: Splenda, Sukrana, Sucaryl, Equal, SucraPlus, Candys, Cukren y Nevella. En la Unión Europea, E955. Tanto la JECFA como la SCF establecen su IDA entre 0-15 mg/kg de peso corporal.

Desde hace varios años existe polémica acerca de los efectos a la salud que pudiera originar el uso de los edulcorantes artificiales, sin embargo, no hay estudios concluyentes que así lo demuestren. Por el contrario, sí existen muchos estudios que revelan que los edulcorantes no son nocivos en las cantidades que se usan en alimentos y es por ello que son permitidos en casi todo el mundo. Hoy en día, podemos encontrar a los edulcorantes en casi todo tipo de productos: refrescos, yogures, dulces, aguas de sabor, cereales, gomas de mascar, “azúcar” de mesa, y en medicamentos, por lo que su uso debe limitarse a su

ingesta diaria aceptable (IDA), a fin de no exceder los límites recomendables.

### RAZONES PARA EL USO DE EDULCORANTES

Hay cuatro razones principales por las que se usan los sustitutos de azúcar: a) para ayudar en la pérdida de peso; sin embargo, un estudio realizado por el Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad de Texas en San Antonio mostró que, más que favorecer la pérdida de peso, las bebidas dietéticas contribuyeron para el incremento en la ganancia de peso y la obesidad (CCSUT,2011); b) cuidado dental, los sustitutos del azúcar son "amigables" para los dientes, puesto que no son fermentados por la microflora de la placa dental; c) enfermos con diabetes, ya que pueden disfrutar de una dieta variada mientras controlan su consumo de azúcar; d) evitar alimentos procesados, al sustituir el azúcar blanco refinado por un azúcar menos refinado, tal como jugo de frutas, jarabe de arce o derivados de la estevia.

A continuación se presenta un ejemplo del número máximo de vasos (200 ml) que podría ingerir un niño de 20 kg, de un refresco en polvo que contiene aspartame y acesulfame de potasio (nutrinfo, 2012, página electrónica): en la etiqueta del refresco en polvo se indica que una vez reconstituido tendrá 30 mg de aspartame y 7 mg de acesulfame de potasio por cada 100 ml, por lo tanto, por cada porción de consumo habitual de 200 ml tendrá 60 mg de aspartame y 14 mg de acesulfame de potasio. Para conocer la cantidad de máxima de vasos que puede consumir un niño de 20 Kg de peso corporal, hay que multiplicar la IDA por el peso del niño, es decir, 40 mg de aspartame x 20 kg de peso = 800 mg/día, y 15 mg de acesulfame de potasio x 20 kg de peso = 300 mg/día.

Para determinar la cantidad máxima de vasos de este refresco que el niño puede consumir diariamente, es necesario dividir la cantidad máxima permitida a ser ingerida por día, por el contenido del edulcorante en un vaso, es decir  $800/60 = 13$  vasos por día y  $300/14 = 21$  vasos por día. Por lo tanto, el número máximo de vasos de este refresco, que puede consumir un niño de 20 kg de peso es de 13 vasos, dado que el máximo queda definido por el edulcorante con el que se alcanza primero el límite superior de ingesta, que en este caso se alcanza con el aspartame, con 13 vasos (Nutrinfo, 2012, página electrónica). El contenido Máximo queda definido por el edulcorante con el que primero se alcanza el límite superior de ingesta.

No queda ninguna duda de que el ser humano muestra una preferencia natural hacia lo dulce, ya que desde el nacimiento nos alimentamos con sabor dulce, presente en la leche materna. Sin embargo, el exceso de azúcar puede ser

perjudicial tanto para la salud de las personas sanas como para las que padecen enfermedades crónicas, como diabetes, enfermedades cardiovasculares, hipertensión arterial, sobrepeso y obesidad, y de nosotros depende la cantidad y tipo de edulcorante que elijamos, recordar que debemos leer las etiquetas de todos los productos envasados, para conocer la lista de ingredientes y podamos cuidar nuestra salud.

### CONCLUSIONES

Es necesario el desarrollo de alternativas adecuadas que permitan al consumidor seleccionar alimentos de su preferencia, que no contengan altos niveles energéticos, ya que la respuesta de las autoridades hasta el momento, únicamente se ha limitado a permitir los mismos alimentos chatarra con contenidos menores. En el caso de los "cheetos" la presentación en escuelas es de 18 g y un costo de \$5.00.

La estevia constituye una alternativa adecuada para el desarrollo de alimentos funcionales, ya que de acuerdo a estudios desarrollados en el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (Durango) del Instituto Politécnico Nacional, la estevia permite preparar bebidas refrescantes y cereales de bajo contenido energético (3% de azúcar), en comparación el contenido de los productos comerciales con 38% de sacarosa.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AESAN . 2012.  
[http://www.aesan.msc.es/AESAN/web/publicaciones\\_estudios/publicaciones\\_estudios.shtml](http://www.aesan.msc.es/AESAN/web/publicaciones_estudios/publicaciones_estudios.shtml) Fecha de consulta: 16 de febrero de 2012.
- ANPDyAC. 2012. Asociación Nacional de Productores y Distribuidores de Refrescos y Aguas Carbonatadas, A.C. <http://www.anprac.org.mx/estadisticas.html> Fecha de consulta: 14 de febrero de 2012.
- CCSUT. 2011. Estudio Longitudinal de Envejecimiento de San Antonio (SALSA). Sesiones Científicas de la Asociación Estadounidense de Diabetes, San Diego, California, 28 de junio de 2011.  
[http://www.nutrinfo.com/pagina/info/manual\\_etiquetado\\_nutricional.pdf](http://www.nutrinfo.com/pagina/info/manual_etiquetado_nutricional.pdf) Fecha de consulta: 20 de febrero de 2012.
- Diario Oficial de la Unión Europea. 2012. REGLAMENTO (UE) N o 231/2012 DE LA COMISIÓN de 9 de marzo de 2012, por el que se establecen especificaciones para los aditivos alimentarios que figuran en los anexos II y III del Reglamento (CE) no 1333/2008 del Parlamento

- Europeo y del Consejo. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:083:0001:0295:ES:PDF> Fecha de consulta: 14 de febrero de 2012.
- EFSA . 2012. [http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/111124a.htm?WT.mc\\_id=EFSAHL01&emt=1](http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/111124a.htm?WT.mc_id=EFSAHL01&emt=1) Fecha de consulta: 16 de febrero de 2012.
- EUFIC . 2012. [http://www.eufic.org/upl/1/default/doc/e-numbers\\_eufic\(2\).pdf](http://www.eufic.org/upl/1/default/doc/e-numbers_eufic(2).pdf) Fecha de consulta: 16 de febrero de 2012.
- INSP. 2010. Evaluación Diagnóstica del Ambiente Escolar en Primarias Públicas de Medio y Tiempo Completo de la Ciudad de México y Ciudades del Norte y Sur de la República Mexicana. [http://issuu.com/coneval/docs/dimensiones\\_seguridad\\_alimentaria\\_final\\_web](http://issuu.com/coneval/docs/dimensiones_seguridad_alimentaria_final_web) Fecha de consulta: 14 de febrero de 2012.
- JECFA. 2012. <http://www.who.int/foodsafety/chem/jecfa/about/en/index.html> Fecha de consulta: 16 de febrero de 2012.
- Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Alimentos y Bebidas No Alcohólicas con Modificaciones en su Composición. Especificaciones Nutrimientales.
- Norma Oficial Mexicana NOM-186-SSA1/SCFI-2002, Productos y Servicios. Cacao, productos y derivados. I Cacao. II Chocolate. III Derivados.
- OPS. 2006. Organización Panamericana de Salud. Estrategia Regional y Plan de Acción para un Enfoque Integrado sobre la Prevención y el Control de las Enfermedades Crónicas, Incluyendo el Régimen Alimentario, la Actividad Física y la Salud. En: Sesión del Comité Regional: Organización Panamericana de la Salud, pp. 25-29.
- Valle-Vega, P., B. Lucas-Florentino. 2000. Toxicología de Alimentos. Instituto Nacional de Salud Pública, Centro Nacional de Salud Ambiental. México, 158 pp.



## SOBREPESO Y OBESIDAD

Susana Echavarría Almeida, Oscar H. Velasco González

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. U. Durango. Sigma 119, Frac. 20 de noviembre II, Durango, Dgo. CP 34220, <sup>2</sup>Becario COFAA-EDI. susyechavar@gmail.com; nenoparral@gmail.com

### RESUMEN

El sobrepeso y la obesidad, se han convertido en un problema de salud pública en varios países, incluido México, alcanzando tasas de epidemia a nivel mundial. La causa principal es el desequilibrio entre la ingesta calórica y el consumo de energía. Las autoridades educativas de México, han iniciado el programa denominado los “Cinco Pasos”, que consiste en: actíivate, toma agua, come verduras y frutas, mídete, y comparte. En el país el sobrepeso y obesidad son superiores al 15% en niños en edad escolar, en los adolescentes afecta a un tercio de la población y a dos tercios de los adultos. El CIIDIR IPN Durango ha desarrollado diferentes alimentos nutritivos de bajo contenido energético, utilizando materias primas de la región, para beneficio de la comunidad.

**PALABRAS CLAVE:** sobrepeso, obesidad, índice de masa corporal

### ABSTRACT

The overweight and obesity are now cataloged as problems of public health in several countries; Mexico is not the exception. At the present, these diseases have reached epidemiological rates all across the world. It is caused by the imbalance between the caloric intake and the energy consumption. Educative Mexican authorities have started a program called five steps “Cinco Pasos”, which consists in: activation, taking water, ingestion of fruit and vegetables, measure yourself and share with family and friends. In the country, the overweight and the obesity have affected more than 15% of the children, almost a third of teenagers and two thirds of grownups. The research center “CIIDIR” has developed different types of nutritive meals with low energetic content besides they use raw materials of the region to benefit the community.

**KEY WORDS:** overweight, obesity and body mass index

### INTRODUCCIÓN

El sobrepeso y la obesidad se han convertido en un problema de salud pública en varios países, incluido México, alcanzando tasas de epidemia a nivel mundial y que preocupa seriamente a las autoridades sanitarias; de hecho, alarma su asociación con enfermedades crónicas que van en aumento, como la diabetes, enfermedades cardiovasculares e hipertensión arterial, entre otras. Esa situación es inquietante, ya que se espera que los costos de su atención, consuman buena parte de los recursos de los sistemas de salud (Barrientos y Flores, 2008). Según datos de la OMS en 2005, cerca de 1,600 millones de personas mayores de quince años, presentaban sobrepeso alrededor del mundo, y al menos 400 millones, obesidad. La misma OMS (2005) calcula que para 2015 el número de personas adultas con sobrepeso se incrementará a 2,300 millones aproximadamente, y a más de 700 millones el número de personas con obesidad (OMS, 2005).

### SOBREPESO Y OBESIDAD EN MÉXICO

México ocupa el segundo lugar a nivel mundial en obesidad en la población mayor de 15 años, y el primer lugar en la población infantil. Más de cuatro millones de niños y niñas de entre 5 a 11 años tienen sobrepeso y obesidad. La prevalencia



combinada de sobrepeso y obesidad se presenta en uno de cada cuatro niños (26%).

En los adolescentes esta condición aumenta hasta 31%, es decir, uno de cada tres jóvenes está padeciendo este problema de salud (CONEVAL, 2010).

La definición de obesidad y sobrepeso, de acuerdo a la OMS (2005), es la acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud, y que tiene como causa principal el desequilibrio entre la ingesta calórica y el consumo de energía. El indicador utilizado para medir el sobrepeso y la obesidad es el índice de masa corporal (IMC), que mide la relación entre el peso y la talla, es decir, el peso medido en kilogramos, dividido por la estatura medida en metros al cuadrado (NOM-043-SSA2-2005). Se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:  $IMC = \text{peso en kg} / \text{estatura en m}^2$ . Si el IMC es menor de 18.5, la persona tiene bajo peso, el IMC es normal si está entre valores de 20 y 25, un IMC igual o superior a 25 determina sobrepeso, un IMC igual o superior a 30 determina obesidad. Se debe cuidar que la cintura mida menos que tu cadera, el perímetro de cintura recomendado es de menos de 80 cm para mujeres y de menos de 90 cm para hombres.

En el año 2010 se dio a conocer el Acuerdo Nacional para la Salud Alimentaria, Estrategia contra el Sobrepeso y la Obesidad, el cual establecía como meta, revertir la epidemia de sobrepeso y obesidad en la población en todas las etapas de la vida; algunas Secretarías de estado y el Sector Empresarial debían emprender diversas acciones, por ejemplo: la Secretaría de Salud modificaría el contenido de los desayunos escolares que provee el DIF, y en conjunto con la Secretaría de Educación Pública, deberían arrancar el programa de los cinco pasos, consistente en: la activación física diaria en los planteles y centros de trabajo; la medición de peso y cintura; el control de la ingesta de alimentos; la promoción de consumo de agua simple, frutas y verduras; y la socialización de las nuevas prácticas de salud; además, deberán normar y vigilar la venta de alimentos en las escuelas, en coordinación con las entidades federativas. Por su parte el Sector Empresarial se comprometía a aumentar la diversidad en las presentaciones de alimentos, proveer información más clara sobre el contenido nutrimental de los alimentos, y hacer ajustes voluntarios en la publicidad de alimentos y bebidas no alcohólicas, en especial las que se dirigen a los niños (CONEVAL, 2010).

El rápido incremento de la obesidad en las últimas décadas obedece a los cambios de hábitos y costumbres de las personas, como son: la disminución del trabajo físico o manual, reducción del tiempo dedicado a los juegos al aire libre, que al ser desplazados por la televisión, el Internet y los videojuegos, incrementan el sedentarismo, así como también, un mayor consumo de alimentos de alta densidad energética y bajo

contenido de nutrientes y fibra de los considerados comida rápida, como pizzas, hamburguesas, baguetes, y pollo frito con piel (CONEVAL, 2010).

Conseguir que la población tome conciencia de los riesgos del sobrepeso y la obesidad por alimentarse inadecuadamente es tarea difícil. Al hablar de los cambios de hábito de las personas, nos encontramos que un gran número, evitan o suprimen el desayuno, unos, por el tiempo que deben dedicarle a la preparación y otros, por creer que al suprimirlo, lograrán bajar unos kilos de peso, pero debemos tener en cuenta, que el desayuno es la primera comida importante y, de alguna manera, condiciona la ingesta de alimentos y de nutrientes en el equilibrio nutricional diario. Existen diversos estudios que ponen de manifiesto, la influencia que el desayuno tiene sobre el rendimiento físico e intelectual en las actividades realizadas durante la mañana (Herrero y Fillet, 2006; Nicklas et al., 1993; Pollit, 1995). La contribución del desayuno a la ingesta energética debe aportar una cuarta parte (25%) de las necesidades diarias y su calidad nutricional se favorecería por la inclusión de lácteos, fruta y cereales (SEP, 2008).

De acuerdo a los resultados de la Evaluación Diagnóstica del Ambiente Escolar en Primarias Públicas, aplicada en el Distrito Federal, Monterrey, Mérida y Tapachula, el 51% de los alumnos desayuna en su casa y el 9% en la escuela, mientras que el 20% no desayuna. Todos los niños consultados, indicaron que desayunan cereales que contienen azúcar, y prácticamente ninguna verdura ni alimentos de origen animal. En las bebidas predomina la leche entera, seguida de leches con azúcar, licuados de fruta, con chocolate y/u otro sabor (INSP, 2010).

En todas las entidades federativas la prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños en edad escolar es superior a 15%, y existen entidades donde ya superan el 30%, como Baja California Sur, Distrito Federal, Estado de México, Yucatán, Aguascalientes y Campeche. El sobrepeso y la obesidad afectan a cerca de la tercera parte de la población adolescente. La prevalencia en adolescentes es superior a 20% en todos los estados de la república, pero en algunos estados la prevalencia es mayor (Tablas 1 y 2).



Tabla 1. Estados con mayor sobrepeso y obesidad en hombres adolescentes

Estado de la República Mexicana	%
Baja California Sur	45.1
Colima	42.9
Yucatán	40.6

Fuente: CONEVAL con datos de la ENSANUT 2006.

Tabla 2. Estados con mayor sobrepeso y obesidad en mujeres adolescentes

Estado de la República Mexicana	%
Campeche	42.8
Tamaulipas	42.4
Baja California Sur	41.5

Fuente: CONEVAL con datos de la ENSANUT 2006.

Dos terceras partes de la población adulta en México son afectadas por el sobrepeso y la obesidad. La prevalencia combinada de ambas condiciones es de 71.9% para mujeres y 66.7% para hombres. Las entidades con mayor prevalencia se muestran en las Tablas 3 y 4.

Tabla 3. Estados con mayor sobrepeso y obesidad en hombres adultos

Estado de la República Mexicana	%
Tamaulipas	73.6
Baja California Sur	71.7
Yucatán	70.8

Fuente: CONEVAL con datos de la ENSANUT 2006.

Tabla 4. Estados con mayor sobrepeso y obesidad en mujeres adultas

Estado de la República Mexicana	%
Baja California Sur	80.9
Durango	79.0
Campeche	78.2

Fuente: CONEVAL con datos de la ENSANUT 2006.

México es uno de los principales consumidores mundiales de bebidas endulzadas; en 2007 los mexicanos consumimos 160.1 litros de refresco por persona por año. Esto se traduce en que las bebidas endulzadas representan el 27.8% y el 20.7% del consumo diario de calorías en niños pre-escolares y escolares, lo cual muy posiblemente fomenta el desarrollo de obesidad (INSP, 2010). Algunos datos sobre los hábitos alimenticios de niños mexicanos se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Hábitos de desayuno de niños mexicanos

Estado	Lugar de desayuno de los niños				Almuerzo				
	N	No desayuna (%)	Casa (%)	Escuela (%)	Casa y escuela (%)	No trae ni compra (%)	Trae de casa (%)	Compra (%)	Trae y compra (%)
México	134	9.8	38.4	16.5	35.3	3.0	30.1	27.1	39.8
Monterrey	70	45.3	37.5	10.9	6.3	0	40.6	24.6	34.8
Mérida	63	25.4	74.6	0	0	1.6	27.0	46.0	25.4
Apachula	65	12.3	67.7	0	20.0	1.6	26.6	29.7	42.1
Total	332	20.3	51.1	8.9	19.7	1.8	31.0	30.7	36.5

N: tamaño de muestra

Fuente: INSP, 2010.

Es importante recordar que para tener una alimentación correcta, ésta debe nutrir y ser inocua, ser placentera para los sentidos, poder compartirse con los demás miembros del grupo, respetando valores, símbolos, ritos, normas y costumbres de cada cultura.

Una alimentación correcta, que cumpla con las necesidades específicas de las diferentes etapas de la vida, debe ser:

- Completa: Que incluya por lo menos un alimento de cada grupo en cada desayuno, comida y cena (Plato del bien comer, NOM-043-SSA2-2005).
- Equilibrada: Que los nutrimentos guarden las proporciones, entre sí al integrar en el desayuno, comida y cena alimentos de los tres grupos.
- Suficiente: Para cubrir las necesidades nutricionales de cada persona de acuerdo a edad, sexo, estatura, actividad física o estado fisiológico.
- Variada: Que incluya diferentes alimentos de los tres grupos en cada tiempo de comida.
- Higiénica: Que se preparen, sirvan y consuman con limpieza.
- Adecuada: A los gustos, costumbres y disponibilidad de los mismos.

En toda alimentación saludable, la inclusión de la fibra dietaria es imprescindible, debido al aporte de gran número de beneficios a la salud. En general, su consumo es de 15 a 20 g/día, muy por debajo de lo recomendado por la Asociación Americana de Dietética, que es de 20-35 g/día ó 10-13 g de fibra por cada 1000 calorías, un consumo abundante de ella, reduce el riesgo de presentar enfermedades coronarias (Liu et al., 1999), ataques cardíacos (Steffen et al., 2003), hipertensión arterial (Whelton et al., 2005), diabetes (Montonen et al., 2003), obesidad (Siok-Koon et al., 2009), y ciertos desórdenes intestinales (Petruzzello et al., 2006). El incremento del consumo de fibra dietaria, mejora la concentración de los niveles de triglicéridos en sangre (Brown et al., 1999), baja la presión sanguínea (Keenan et al., 2002), mejora el control de la glucosa en diabéticos (Anderson et al., 2004), mejora la regulación (Cummings, 2001), aumenta la pérdida de peso (Birketvedt et al., 2005), y mejora la respuesta inmune (Watzl et al., 2005).

## CONSIDERACIONES FINALES

En el CIIDIR IPN Durango, con el objetivo de ofrecer una alternativa a la población infantil, se desarrollaron diferentes alimentos nutritivos acordes al patrón FAO-OMS (1992) para aminoácidos esenciales, utilizando materias primas que se

producen en la región, para beneficio de la comunidad, preparando botanas nutritivas de distintos sabores, como chile con limón, queso, chile jalapeño, los cuales presentan un PER semejante al de la leche y con un contenido de grasa inferior al de los comerciales; cereales para el desayuno de maíz-frijol y de maíz-garbanzo de alto contenido de fibra soluble e insoluble y bajo contenido de sacarosa (3%), adicionados de inulina (prebiótico) y estevia (edulcorante natural); un polvo para preparar bebidas nutritivas de maíz-frijol y suero de leche, un cereal multigrano de maíz-frijol y arroz de elevado contenido proteico, así como también bebidas de sabores libres de azúcar.

En la medida que la oferta de productos nutritivos se incremente, para que los padres y los niños tengan la alternativa de elegir alimentos nutritivos y que esto se refuerce con una educación alimentaria, aplicando el plato del bien comer (Figura 1), estaremos haciendo frente al sobrepeso y obesidad.



Figura 1. El plato del buen comer

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2005

Esta guía alimentaria recomienda que en cada comida, se incluya por lo menos un alimento “de cada uno de los tres grupos” y que, se cambien y alternen los utilizados de cada grupo.

¡¡¡HAGAMOS ALGO POR NUESTRA SALUD!!!

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, J. W., K. M. Randles, C. W. C. Kendall, D. J. A. Jenkins. 2004. Carbohydrate and fiber recommendations for individuals with diabetes: a quantitative assessment and meta-analysis of the evidence. *Journal of the American College of Nutrition* 23: 5–17.
- Barrientos, M., S. Flores. 2008. ¿Es la obesidad un problema médico individual y social? Políticas públicas que se requieren para su prevención. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México* 65: 639-651.
- Birketvedt, G. S., M. Shimshi, T. Erling, J. Florholmen. 2005. Experiences with three different fiber supplements in weightreduction. *Medical Science Monitor* 11: 15–18.
- Brown, L., B. Rosner, W. W. Willett, F. M. Sacks. 1999. Cholesterol lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis. *American Journal of Clinical Nutrition* 69: 30–42.
- CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). 2010. Dimensiones de la seguridad alimentaria: Evaluación Estratégica de Nutrición y Abasto. <http://www.coneval.gob.mx/contenido/home/8111.pdf> Fecha de consulta: 14 de febrero de 2012.
- Cummings, J. H. 2001. The effect of dietary fiber on fecal weight and composition. In: *Dietary Fiber in Human Nutrition* (Ed. Spiller G.). CRC Press. Florida, pp. 183-252.
- FAO-OMS. 1992. Evaluación de la calidad de las proteínas. Informe de una Consulta de Expertos FAO/OMS. Estudios FAO, Alimentación y Nutrición 51. Roma.
- Herrero, L. R., B. J. C. Fillat. 2006. Estudio sobre el desayuno y el rendimiento escolar en un grupo de adolescentes. *Nutrición Hospitalaria* 21: 346-352.
- INSP (Instituto Nacional de Salud Pública). 2010. Evaluación Diagnóstica del Ambiente Escolar en Primarias Públicas de Medio y Tiempo Completo de la Ciudad de México y Ciudades del Norte y Sur de la República Mexicana. [http://issuu.com/coneval/docs/dimensiones\\_seguridad\\_alimentaria\\_final\\_web](http://issuu.com/coneval/docs/dimensiones_seguridad_alimentaria_final_web) Fecha de consulta: 14 de febrero de 2012
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2005. "Obesity and overweight" <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2005/pr44/en/index.html> Fecha de consulta: 5 de febrero de 2012.
- NOM-043-SSA2-2005, Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación. México.
- Nicklas, T. A., W. Bao, L. Webber, G. S. Berenson. 1993. Breakfast consumption affects adequacy of total daily intake in children. *Journal of the American Dietetic Association* 93: 886-891.
- Pollit, E. 1995. Does breakfast make a difference in school? *Journal of the American Dietetic Association* 95: 1134-1139.
- SEP (Secretaría de Educación Pública). 2008. Acuerdo mediante el cual se establecen los lineamientos generales para el expendio o distribución de alimentos y bebidas en los establecimientos de consumo escolar de los planteles de educación básica <http://basica.sep.gob.mx/seb2008/web/pdf/escuelaYSalud/acuerdoLineamientosSept.pdf>
- Keenan, J. M., J. J. Pins, C. Frazel, A. Moran, L. Turnquist. 2002. Oat ingestion reduces systolic and diastolic blood pressure in patients with mild or borderline hypertension: a pilot trial. *Journal of Family Practice* 51: 369–375.
- Liu, S., M. J. Stampfer, F. B. Hu, E. Giovannucci, E. Rimm, J. E. Manson, C. H. Hennekens, W. C. Willett. 1999. Whole-grain consumption and risk of coronary heart disease: results from the Nurses' Health Study. *American Journal of Clinical Nutrition* 70: 412-419.
- Montonen, J., P. Knekt, R. Jarvinen, A. Aromaa, A. Reunanen. 2003. Whole-grain and fiber intake and the incidence of type 2 diabetes. *American Journal of Clinical Nutrition* 77: 622-629.
- Petruzzello, L., F. Iacopini, M. Bulajic, S. Shah, G. Costamagna. 2006. Uncomplicated diverticular disease of the colon. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics* 23: 1379–1391.
- Siok-Koon, Y., O. Lay-Gaik, L. Ting-Jin, L. Min-Tze. 2009. Antihypertensive Properties of Plant-Based Prebiotics *International Journal of Molecular Sciences* 10: 3517-3530.
- Steffen, L. M., D. R. Jr. Jacobs, J. Stevens, E. Shahar, T. Carithers, A. R. Folsom. 2003. Associations of whole-grain, refined grain, and fruit and vegetable consumption with risks of all-cause mortality and incident coronary artery disease and ischemic stroke: the Atherosclerosis risk in communities (ARIC) Study. *American Journal of Clinical Nutrition* 78: 383-390.
- Watzl, B., S. Girrback, M. Roller. 2005. Inulin, oligofructose and immunomodulation. *British Journal of Nutrition* 93: S49-S55.
- Whelton, S. P., A. D. Hyre, B. Pedersen, Y. Yi, P. K. Whelton, J. He. 2005. Effect of dietary fiber intake on blood pressure: a metaanalysis of randomized, controlled clinical trials. *Journal of Hypertension* 23: 475-481.

**LA GESTIÓN AMBIENTAL EN EL SIGLO XXI PERSPECTIVAS EN BOTÁNICA Y ECOLOGÍA VEGETAL**

M. Socorro González-Elizondo,  
Martha González-Elizondo, Yolanda  
Herrera-Arrieta,  
Irma Lorena López-Enríquez, Jorge A.  
Tena-Flores, David Ramírez-Noya,  
Lizeth Ruacho-González y Flor Isela  
Retana-Rentería

Instituto Politécnico Nacional, Centro  
Interdisciplinario de Investigación para el  
Desarrollo Integral Regional, Unidad  
Durango, Sigma 119, Fracc. 20 de Noviembre  
II, 34220 Durango, Durango, México  
herbario\_ciidir@yahoo.com.mx

**RESUMEN**

Un conocimiento sólido de los componentes del entorno natural es clave para enfocar los esfuerzos de gestión hacia la prevención de problemas ambientales, evitando así pérdidas irreversibles y ahorrando altos costos en restauración y en mitigación de daños. En este trabajo se plantea la importancia del conocimiento sobre los ecosistemas, la vegetación y las plantas, como herramienta clave para la formulación de políticas de manejo de los recursos naturales y para la instauración de una gestión ambiental integral y eficaz.

**PALABRAS CLAVE:** entorno natural, vegetación, ecosistemas, gestión integral.

**ABSTRACT**

A sound knowledge of the composition and dynamics of the natural environment is a keystone for turning environmental management to the prevention of problems. This practice allows to avoid irreversible losses and save high restoration and mitigation costs. Here we outline why the knowledge on the ecosystems, the vegetation and the plants is an important tool for the formulation of management policies as well as for the instauration of an integral and efficacious environmental management.

**KEY WORDS:** natural environment, vegetation, ecosystems, integral management.

**LA GESTIÓN AMBIENTAL Y LA 'AGENDA VERDE'**

La Gestión Ambiental es el conjunto de actuaciones y disposiciones encaminadas a lograr el mantenimiento de un capital ambiental suficiente para que la calidad de vida de las personas y el capital natural sean los más elevados posibles. Se traduce en actividades, medios, técnicas e investigaciones que permiten conservar los elementos de los ecosistemas y sus relaciones (Ortega y Rodríguez, 1994).

El mantenimiento de la calidad ambiental y de la calidad de vida de la sociedad se fundamenta en un manejo adecuado de los recursos naturales. La gestión ambiental, para ser eficiente, requiere ser integral. Cuando se habla de “gestión ambiental y de los recursos naturales renovables”, aplicando el primer término a los aspectos de “agenda gris” (industria, contaminación, gestión urbana) y el segundo a la “agenda verde” (ecosistemas naturales, biodiversidad, servicios ambientales), se revela una falta de visión integral, con un enfoque limitado al control de actividades degenerantes y otro al manejo del ambiente natural.

Entre los principios en los que se apoya la gestión ambiental destacan: la optimización del uso de los recursos, el manejo de los ecosistemas y de la biodiversidad, la previsión y prevención de impactos ambientales, el control de resistencia (absorción de impactos) del sistema, y la ordenación del territorio (Varios autores, s.f.). El conocimiento del entorno, incluyendo el medio biofísico, es fundamental en todos y cada uno de estos principios.

En este siglo XXI, con millones de datos disponibles e información que aparenta ser infinita, seguimos inmersos en una crisis ambiental derivada en parte de una crisis de valores y en parte de la falta de información real sobre los componentes y la estructura de nuestro entorno natural. Los costos de los errores derivados de conocimiento insuficiente o de falta de conocimiento son muy altos y, como hace notar



Bortolus (2008), con frecuencia su impacto se incrementa en efectos de cascada.

Los objetivos de los programas ambientales incluyen:

a) valorar y aprovechar sustentablemente los recursos naturales, los servicios ambientales y la biodiversidad; b) contribuir a la conservación de los ecosistemas naturales y c) restaurar y reforestar las tierras forestales degradadas y deforestadas del país (SEMARNAT, 2010).

Para resolver los problemas relacionados con el ambiente y para prevenir que otros problemas lleguen a ocurrir, el gestor ambiental del siglo XXI requiere ser capaz de analizar las interconexiones del objeto de su trabajo con el resto del sistema. Así, el conocimiento de los ecosistemas naturales y de la biodiversidad tiene un enorme valor estratégico y económico y es fundamental para llevar a cabo una gestión ambiental eficiente, integral y con enfoque hacia el mantenimiento de la calidad ambiental.

### ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE EL CONOCIMIENTO DE LAS PLANTAS Y DE LA VEGETACIÓN?

Las plantas sostienen la vida, mantienen el equilibrio del aire y el agua, y están íntimamente relacionadas con el funcionamiento global de la Tierra. La regulación de los ciclos del agua y de nutrientes, la producción de oxígeno, la captación de carbono, la conservación y recuperación de suelos y la regulación del clima, son servicios ambientales derivados de la cubierta vegetal.

Las plantas son, además, la base de las cadenas tróficas, la fuente original de todos los alimentos, y son generadoras de diversos bienes (siguen siendo la base de la alimentación y una importante fuente de medicamentos y otros materiales). La flora silvestre representa también un banco genético para el mejoramiento de las especies cultivadas. Las plantas y la vegetación en general, contribuyen a la amortiguación del impacto de fenómenos naturales y al mantenimiento de la biodiversidad. Los seres humanos formamos parte de la naturaleza y tenemos una afinidad innata hacia ella, que nos ofrece oportunidades para recreación, reflexión y enriquecimiento espiritual, contribuyendo al bienestar humano.

El valor económico, social y ambiental del capital natural es reconocido en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 de México, donde se plantea la necesidad de impulsar un uso más eficiente de los recursos naturales que permita mantener sus capacidades de regeneración. Los recursos naturales y los ecosistemas en buena condición, constituyen el más importante CAPITAL NATURAL con el que cuenta un país, estado o región, ya que proveen bienes y servicios ambientales imprescindibles para la supervivencia de la humanidad. La salud

humana es un reflejo de la salud del ambiente. Una mejor calidad de vida para todos está indisolublemente ligada a un ambiente de calidad:

Calidad del ambiente ↔ Calidad de la vida humana

Para que la mejor forma de esta premisa aplique, son fundamentales la educación y el conocimiento de nuestro entorno natural.

### CONOCIMIENTO Y GESTIÓN

La clasificación e identificación de los elementos que conforman nuestro entorno tiene poderosas implicaciones prácticas, ya que para aprovechar, manejar, o conservar cualquier recurso es imprescindible primero conocerlo. Los costos económicos, ambientales y sociales de no manejar adecuadamente el entorno se evidencian día a día.

Es mucho lo que falta por conocer e inventariar sobre los recursos bióticos de México y de Latinoamérica en general, ya que todavía existen amplias regiones no exploradas y muchos grupos taxonómicos que requieren ser investigados. Pero también es muy alto el ritmo de deterioro y de modificación de ecosistemas, con acelerados cambios en el uso del suelo y la vegetación. Desde 1978, Rzedowski hizo notar el valor de los inventarios biológicos como fundamento para el manejo y conservación de los recursos y para la planeación de un desarrollo integral.

En un país megadiverso como México y bajo las graves presiones ambientales actuales, el documentar y sistematizar la información sobre los organismos que habitan nuestro mundo, es una tarea obligada para sustentar las decisiones relativas al manejo del ambiente. El conocimiento de la diversidad biológica tiene relevancia científica, económica y social. Por ejemplo, la taxonomía y la ecología de las plantas es imprescindible para enfrentar los retos que plantean las invasiones de especies exóticas y los efectos del cambio climático.

### LA BOTÁNICA EN LA GESTIÓN AMBIENTAL

El conocimiento básico y el monitoreo de las comunidades vegetales es vital para la planeación del uso y manejo de los recursos y para la aplicación de las medidas de conservación, aprovechamiento, mitigación y restauración más adecuadas (González-Elizondo *et al.*, 2005). El enfoque actual de ecología del paisaje considera toda la complejidad de relaciones causa-efecto que existen entre las comunidades de seres vivos y sus condiciones ambientales en una sección específica de paisaje, por lo que uno de sus puntos de partida es necesariamente el conocimiento de los organismos. La botánica es una de las disciplinas que ayuda a configurar la ecología del

paisaje y su vocación holística (Vila Subirós *et al.*, 2006).

Para cubrir las necesidades de información sobre los recursos y sobre el estado de los ecosistemas, es preciso conocer y diferenciar las especies, ya que cada especie tiene características individuales y diferentes requerimientos ecológicos y relaciones con el medio. Los estudios botánicos generan el conocimiento necesario acerca de la identidad y las características de las plantas, de las comunidades vegetales y de los ecosistemas.

En el CIIDIR Durango la botánica se desarrolla en diversas especialidades: sistemática, citogenética, fitogeografía, florística, etnobotánica y botánica económica, además de la ecología vegetal. Herramientas como la dendrocronología, la fotoquímica y la biología molecular, así como los sistemas de información geográfica se aplican al estudio de las plantas y las comunidades vegetales de la región, en colaboración con investigadores de otros programas del CIIDIR y de otras instituciones.

Existen grandes áreas de oportunidad en múltiples ramas del quehacer botánico, por ejemplo en la detección de especies sensibles al cambio climático y establecimiento de sitios fijos para monitoreo; el estudio de especies invasoras; el estudio de la estructura y composición de bosques para un mejor entendimiento de los efectos del fuego controlado, bajo una perspectiva de la dinámica e integridad del ecosistema.

#### **Líneas principales de investigación que se desarrollan en el Departamento de Botánica del CIIDIR Unidad Durango:**

- Estudios taxonómicos y biosistemáticos, incluyendo análisis anatómicos, morfométricos y citogenéticos de diferentes grupos de plantas.
- Inventarios de la vegetación y la flora de diversas áreas. Esto permite contar con información sobre las especies, así como el descubrimiento de nuevas taxa.
- Estudios taxonómicos de diferentes grupos de interés económico y ecológico (Pináceas, Gramíneas, plantas medicinales, plantas de interés apícola, etc.).
- Estudios etnobotánicos y de botánica económica. Inventario de la diversidad biológica y de sus usos tradicionales.
- Citogenética. Genera información sobre las relaciones taxonómicas y evolutivas de las plantas, tanto silvestres como cultivadas [biosistemática (incluyendo sistemática y evolución), conservación, mejoramiento de especies para restauración de ecosistemas, control biológico, fitotecnia, etc.].
- Taxonomía y ecología de malezas. Permite establecer tratamientos de control más económicos y menos

perjudiciales para el ambiente.

- Taxonomía y ecología de especies invasoras. La introducción de plantas o animales exóticos representa un peligro para las especies nativas, ya que con frecuencia las exóticas son más exitosas al no contar con enemigos naturales en la región donde son introducidas, y sus poblaciones tienden a incrementarse. Su detección temprana es clave para su erradicación o control.
- Taxonomía y ecología de plantas tóxicas.
- Ecología de comunidades vegetales en diversos ecosistemas (semidesierto, bosques templados y bosques tropicales).
- Fitogeografía. Determinación de las afinidades geográficas de la flora.
- Ecología de especies de importancia forestal.
- Dendrocronología y análisis troncales de árboles forestales, lo que permite reconstruir fluctuaciones climáticas en el pasado e inferir tendencias, así como determinar los efectos del clima, de plagas, o de otros factores ambientales sobre el crecimiento de los árboles.
- Diagnósticos del estado de conservación de la flora (Especies raras, vulnerables y en peligro de extinción).
- Inventario y caracterización de recursos fitogenéticos

Los estudios sobre diversidad y distribución de las especies son la base para inventarios y monitoreo, así como para predecir posibles rutas de introducción de invasoras y para establecer prioridades para la conservación de las nativas. Permiten apoyar también a estudios de cambio climático, impacto ambiental, programas de conservación de la diversidad biológica, programas de manejo de vida silvestre, y a Planes para el manejo sustentable de los recursos.

El contar con un banco de información sobre los ecosistemas y los recursos bióticos de la región representa la herramienta básica para la planeación de su aprovechamiento, conservación y manejo sustentable.

Algunas aplicaciones del banco de información sobre los ecosistemas y los recursos bióticos son:

- Identificación taxonómica
- Inventarios, evaluaciones y monitoreo de los recursos vegetales
- Información sobre distribución geográfica y ecológica
- Detección de especies sensibles al cambio climático y establecimiento de sitios fijos para monitoreo
- Estudios taxonómicos



- Información sobre nombres locales y usos de las especies
- Información para proyectos de aprovechamiento y conservación
- Información para estudios de ecología del paisaje
- Desarrollo de estrategias de conservación
- Asesoría para el manejo de los recursos naturales
- Análisis de vegetación y estudios ecológicos
- Evaluaciones de impacto ambiental
- Participación en estudios de ordenamiento territorial
- Diagnósticos de capacidad de carga y coeficientes de agostadero
- Identificación de especies tóxicas al ganado
- Detección y selección de recursos genéticos
- Detección de especies con potencial para fitorremediación
- Contribución a la Red Mundial de Información sobre Biodiversidad
- Generación de información básica para el establecimiento de un programa de Monitoreo de ecosistemas
- Promoción de la educación y la cultura ambiental
- Información para Planes de manejo y conservación de los recursos naturales
- Detección de plantas invasoras
- Manejo de vida silvestre
- Restauración ecológica
- Elaboración de guías botánicas

## INFRAESTRUCTURA TÉCNICO-CIENTÍFICA DEL ÁREA DE BOTÁNICA

El departamento de botánica y ecología vegetal del CIIDIR incluye:

- a) Una colección científica de plantas (Herbario CIIDIR), la más importante de su tipo en el Noroeste de México, con más de 57,000 especímenes. El herbario constituye la principal herramienta de trabajo en investigaciones sobre taxonomía, sistemática y ecología de plantas.
- b) Una base computarizada de datos de la flora y la vegetación del norte-centro de México, que incluye más de 49,000 registros.
- c) Un laboratorio de botánica (taxonomía y sistemática vegetal), con equipo para la colecta, procesamiento e identificación de especímenes.
- d) Un laboratorio de citogenética (en proceso).
- e) Un laboratorio de dendrocronología con equipo y software para medición y análisis de anillos de crecimiento de árboles.
- f) Colecciones de plantas vivas para estudios biosistemáticos y citogenéticos.

Los datos de los especímenes son una invaluable fuente

de información para estudios sobre diversidad y distribución de especies, documentar extinciones, establecer prioridades para la conservación y predecir posibles rutas de introducción de especies invasoras (Koleff *et al.*, 2004).

La información generada contribuye al mejor conocimiento y aprecio del entorno natural, fundamental para el logro de la ética ambiental que llevará al mejoramiento de la calidad de vida de la población.

## CONCLUSIONES

Los retos y responsabilidades del gestor ambiental trascienden su ámbito profesional hasta el social y político. La instauración de una gestión ambiental integral y eficaz redundará en una mejor calidad de vida para la sociedad en general.

El conocimiento y conservación de la biodiversidad tiene un enorme valor estratégico para la toma de decisiones sobre el uso de los recursos y la planeación del desarrollo. Una gestión ambiental eficiente, requiere necesariamente de un conocimiento sólido de los componentes bióticos del medio. Este conocimiento es clave para enfocar los esfuerzos de gestión hacia la prevención de los problemas, ahorrando así altos costos en restauración y en mitigación de daños.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bortolus, A. 2008. Error cascades in the biological sciences: the unwanted consequences of using bad taxonomy in ecology. *Ambio* 37(2): 114-118.
- González Elizondo, M. S., M. González Elizondo, J. A. Tena Flores, I. L. López Enriquez y M. Martínez Ramos (eds.). 2005. Libro de resúmenes. Simposio Internacional El conocimiento botánico en la gestión ambiental y el manejo de ecosistemas y 2° Simposio botánico del norte de México. CIIDIR - IPN Unidad Durango y Sociedad Botánica de México. Durango, Dgo. 105 pp.
- Koleff, P., C. Fernández, J.M. Martínez y E. Moreno. 2004. Información sobre la biodiversidad de México en el extranjero. *Biodiversitas* 54: 1-7.
- Ortega Domínguez, R. e I. Rodríguez Muñoz. 1994. Manual de gestión del ambiente. Ed. Fundación MAPFRE. Madrid. 364 pp.
- Rzedowski, J. 1978. La Vegetación de México. Ed. Limusa. México.
- SEMARNAT. 2010. Aspectos Relevantes de la Gestión Ambiental en México 2007-2009. México.
- Varios autores. s.f. Sistemas de Gestión Ambiental. [http://www.upme.gov.co/guia\\_ambiental/carbon/gestion/sistemas/sistemas.htm](http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/sistemas/sistemas.htm). Consulta: 30 Mayo 2012.
- Vila Subirós, J., D. Varga Linde, A. Llausás Pascual y A. Ribas

Palom. 2006. Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la geografía. Doc. Anál. Geogr. 48: 151-166.



**ADICIONES AL LISTADO DE ESPECIES EN LA FAMILIA ASTERACEAE DE VICENTE GUERRERO, DGO., MÉX.**

David Ramírez Noya

Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango, Sigma 119, Fracc. 20 de Noviembre II, 34220 Durango, Durango, México  
davidnoya@yahoo.com.mx

**RESUMEN**

Se presenta el listado de 26 especies, un complemento para el conocimiento de la diversidad de la familia de Asteraceae, del área municipal de Vicente Guerrero, Dgo., con el cual al presente resulta en 183 especies, para ésta área de estudio.

**PALABRAS CLAVE:** fanerógamas, florística, sistemática vegetal

**ABSTRACT**

Twenty six new records of Asteraceae of Vicente Guerrero, Durango, Mexico are reported. Accordingly, there are 183 species of asteraceae family, at least in the study area.

**KEY WORDS:** floristic, phanerogamy, plant systematics

**INTRODUCCIÓN**

“Los humanos clasificamos con el fin de lograr un orden y un manejo más fácil y adecuado de los objetos con los que trabajamos. Entre los biólogos, ésta labor es fundamental para establecer códigos de comunicación que permitan ubicar el tipo de organismos que se investiga. Si bien las discusiones y sus resultados han sido parte de un lento y a veces complejo trabajo que ha ido evolucionando con los nuevos horizontes en la investigación, llegar a acuerdos en las comunidades científicas a nivel mundial en el terreno de los nombres científicos no ha sido tarea fácil” (Rico y Magaña, 2007).

En años recientes en taxonomía vegetal, se han realizado cambios con propuestas que forman parte del proceso de actualización de los nombres científicos, derivado principalmente de la aplicación de estudios moleculares con enfoque en el análisis filogenético. En consecuencia se ha modificado el listado, de los nombres de las especies del área geográfica en estudio, presentados en los reportes de Ramírez (2001 y 2003). Las especies no cambian, son las mismas, solo hay que considerar las proposiciones recientes, respecto a los nombres científicos fundamentalmente aceptados.

La presente investigación tiene como objetivo: el contribuir al conocimiento del inventario de especies de la familia Asteraceae en el área municipal de Vicente Guerrero, Dgo., área geográfica previamente estudiada y delimitada por Ramírez (2001).

**MATERIALES Y MÉTODOS**

Las exploraciones, colectas y determinaciones taxonómicas recientes han permitido complementar el listado florístico para esta región geográfica en estudio (Cuadro 1). La metodología aplicada para la obtención de los resultados aquí exhibidos, fue prácticamente la misma, como se planteó en el trabajo de Ramírez (2001).



## RESULTADOS

El municipio de Vicente Guerrero, Dgo. (Figura 1), es uno de los menos extensos en superficie a nivel estatal y este factor entre otros, ha favorecido la exploración botánica en forma intensiva, en la mayor parte de la municipalidad, hasta el año del 2009. Al presente, se estima haber inventariado cerca del 95% de las especies de esta familia de fanerógamas, existentes en esta área de estudio, con un total de 183 especies. En el listado del Cuadro 1, no se consideraron las nuevas variedades de algunas de las especies previamente reportadas, que se han identificado recientemente, por ser éstas, un número reducido. Los ejemplares correspondientes se encuentran depositados en el Herbario del CIIDIR-DGO (Herbario CIIDIR).

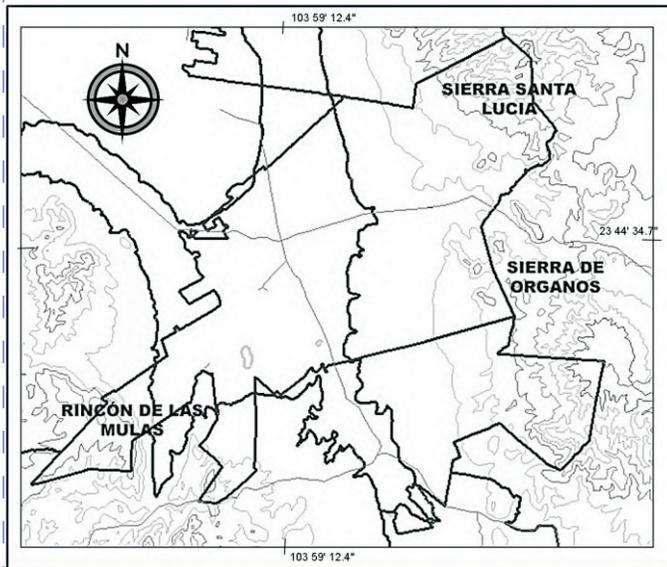


Figura No. 1. Mapa del área municipal de Vicente Guerrero, Dgo. (Elaboró: Raúl Muñiz Martínez)

## DISCUSIÓN

En el trabajo más reciente de Ramírez (2003), menciona la existencia de 157 especies en 77 géneros para el municipio. Sin embargo al presente, algunos géneros citados en ese trabajo, se han disgregado, principalmente aquellos que en general aglutinaron un cuantioso número de especies: como *Senecio* y *Eupatorium*. Aunque no necesariamente estos cambios se realizan o circunscriben a los géneros con notable número de especies, también se hacen cambios de nombre genérico, en grupos con escasas especies, dependiendo de los argumentos, por los que se hacen las nuevas nominaciones.

En esta área municipal, las regiones que más contribuyen a la riqueza de la flora de asteráceas son las partes montañosas, en especial el lado noroeste que corresponde a la influencia de la Sierra de Órganos y también en la parte Suroeste en el llamado Rincón de las Mulas.

En éstas mismas regiones del municipio donde se ubican las especies localmente raras (especies cuyas poblaciones ocupan escasos metros cuadrados y que además estas poblaciones están constituidas por un número reducido de individuos). Como son los casos de: *Baccharis sulcata*; *Eutetras palmeri*; *Simsia calva*; *Townsendia excapa* y *Zaluzania triloba*, entre otras.

En la flora de asteráceas silvestres de esta región del estado de Durango, son escasas las especies de las cuales se observa que su presencia se deba a su papel de ser especies invasoras ó exóticas. Al respecto se tiene como ejemplos: *Caliptocarpus vialis*, *Helianthus annuus*, *Sonchus asper* y *Lactuca serriola*. Éstas son parte de los más recientes elementos que han ingresado a dicha región y manifiestan localmente la tendencia a su permanencia. Como ejemplo, *Lactuca serriola*, registrada por primera vez el año del 2006, con una población de escasos 20 individuos y la cual aparentemente ha llegado a manifestar regionalmente una proliferación más agresiva que el resto de las especies invasoras. Dicha especie, tal vez ingresó a principios de la década del año 2000. En el otro extremo del comportamiento, está por ejemplo *Sonchus asper*, la cual no se ha observado incrementar su población significativamente.

En el Estado de Durango, desde hace años se presenta un grave proceso de deterioro de los ecosistemas causados por las actividades antropogénicas (sobrepastoreo, erosión, etc.) que se evidencian, entre otros factores por un cambio desfavorable de la composición florística que debiera caracterizar a las regiones bajo un buen manejo (Herrera y Pámanes, 2006), donde el Municipio de Vicente Guerrero, no escapa a esta aseveración.

Cuadro 1. Listado de especies, nuevos registros de Asteraceae en el área municipal de Vicente Guerrero, Dgo.

Especie	Hábitat
<i>Ageratina chloricephala</i> (B.L. Rob.) King & Rob.	BQ
<i>Ageratina espinosarum</i> (Gray) King & Rob v. <i>Espinosarum</i>	MX
<i>Baccharis sulcata</i> D. C.	BQ
<i>Bidens aurea</i> (Ait.) Sherff	MX
<i>Bidens bigelovii</i> Gray.	MX
<i>Bidens pilosa</i> L.	MX
<i>Brickellia lanata</i> (D. C.) Gray	Ps
<i>Chaetopappa belloides</i> (A. Gray) Shinners;	MX
<i>Conyza canadensis</i> v. <i>glabrata</i> (A. Gray) Cronq.	Rd
<i>Erigeron janivultus</i> Nesom	BQ
<i>Erigeron pollicecephalus</i> (Larsem) Nesom	BQ
<i>Erigeron subcaulis</i> (Mc Vaugh) Nesom	BQ
<i>Fleischmannia trinervia</i> (Sch. Bip.) King and Rob.	MX
<i>Gnaphalium liebmannii</i> Sch. Bip ex Klatt	MX
<i>Gnaphalium sphaclatum</i> HBK	MX
<i>Hieracium abscissum</i> Less. In Schl. & Cham.	BQ
<i>Lactuca serriola</i> L.	Rd
<i>Pectis angustifolia</i> Torr.	Ps
<i>Psacalium amplum</i> (Rydb.) Rob and Brettell	BQ
<i>Psacalium peltatum</i> (Kunth.) Cass.	BQ
<i>Sarvitalia angustifolia</i> Engelm	Ps
<i>Schkuhria multiflora</i> Hook & Arn.	BP
<i>Simsia calva</i> (Gray & Engelm.) Gray	BQ
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill.	Rd
<i>Verbesina parviflora</i> (HBK.) Blake	BQ
<i>Verbesina pedunculosa</i> (DC.) Rob.	Ps

BP = Bosque abierto de *Pinus cembroides*

BQ = Bosque abierto de *Quercus* spp

MX = Matorral xerófito con *Acacia shaffnerii*, *Prosopis laevigata* y *Opuntia* spp.

Ps = pastizal inducido de *Bouteloua* sp y *Pinus cembroides*

Rd = Ruderal

## CONCLUSIÓN

Aún cuando queda pendiente de explorar la región montañosa del norte, denominada Santa Lucía, que pertenece al municipio referido y que corresponden a cinco Km<sup>2</sup> aproximadamente, y en la cual, no se ha hecho ningún estudio previo. No obstante con los resultados obtenidos, pueden ser una herramienta, por ejemplo, como parte de un monitoreo de la comunidad vegetal, respecto a los efectos adversos que se avisan, tanto con el pronosticado calentamiento global, como con el acelerado deterioro del ambiente y los cambios de uso de suelo, así como su irreversible pérdida de biodiversidad. Además, de estimar las fluctuaciones de migración en las especies invasoras.

Es deseable la participación efectiva de las autoridades locales, en la conservación de los recursos naturales regionales. Aun cuando existe en esta municipalidad un Área Natural Protegida, las autoridades municipales no muestran en la práctica, el interés de preservar el patrimonio natural regional, ni por disposición en la legislación (como lo señalan la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente, 2001 y la Ley General de Vida Silvestre, 2000), ni aun cuando los funcionarios municipales en turno, lo hayan manifestado en sus propuestas electorales o programas de trabajo, independientemente de la filiación política a la que pertenezcan. Por lo que se requiere elaborar políticas de manejo adecuado, que beneficien al área de estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Herrera A. y D. Pámanes. 2006. Guía de pastos para el ganadero del Estado de Durango. IPN-CIIDIR-DURANGO, COCYTED y Fundación PRODUCE del Estado de Durango, AC. Durango, Méx.
- Ramírez, N. 2001. Contribución al conocimiento de la Familia Compositae en Vicente Guerrero, Dgo., México. *Polibotánica*. México, D.F.
- Ramírez, N. 2003. Adiciones de Compositae a la flora de Durango, Méx. VI Simposio Estudios Botánicos en el Norte de México. La Paz, BCS.
- Rico A. y P. Magaña. 2007. La nomenclatura botánica en la sistemática del siglo XXI. *Ciencias*. 87; 70-76. UNAM. México DF.



**FRIEDRICH ADOLPHUS WISLIZENUS: EXPLORADOR DE CHIHUAHUA Y DURANGO EN EL SIGLO XIX, DELEGADO DEL JARDÍN BOTÁNICO DE MISSOURI**

David Ramírez Noya

Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango, Sigma 119, Fracc. 20 de Noviembre II, 34220 Durango, Durango, México  
davidrnoya@yahoo.com.mx

**RESUMEN**

Se presentan generalidades sobre el origen del Jardín Botánico de Missouri y el interés por explorar y coleccionar plantas, por parte del médico alemán Friedrich Adolphus Wislizenus, en su recorrido por los estados de Chihuahua y Durango durante el período de la guerra entre México y los Estados Unidos de Norteamérica (USA).

**PALABRAS CLAVE:** Historia, colector botánico, norte de México.

**ABSTRACT**

The origins and generalities about The Missouri Botanical Garden are presented. As well as, when Friedrich A. Wislizenus had interests in collect plants and others materials to pass through Chihuahua state and Durango, Mexico. During the Mexican-American war.

**KEY WORDS:** History, plant collector, North of Mexico.

**ANTECEDENTES DEL JARDÍN BOTÁNICO DE MISSOURI**

Henry Shaw fundador del Jardín Botánico de Missouri (MO). Shaw nació en 1800 en Sheffield, Inglaterra. El 3 de mayo de 1819 se trasladó a Saint Louis, en América del Norte. Shaw tuvo dos décadas de éxitos financieros en Saint Louis, esto le permitió abandonar los negocios y el año de 1840, comenzó un periodo de casi diez años de viajes, durante los cuales visitó museos y jardines botánicos en Europa, Asia Menor y Rusia. También visitó Chatsworth, en Derbyshire, Inglaterra, donde vio el *Arboretum* Joseph Paxton y la colección de plantas de todo el mundo. Con estas visitas maduró la idea de crear una empresa cultural semejante en Saint Louis<sup>1</sup>.

En las siguientes tres décadas, *Henry Shaw* fue dando forma a sus sueños, creando un lugar de belleza y distinción, para lo cual fue transformando su finca de "Tower Grove", en uno de los jardines botánicos punteros de Norteamérica. Esto bajo la asesoría William Jackson Hooker, director del Real Jardín Botánico de Kew y el botánico de Harvard Asa Gray; además el médico y botánico de Saint Louis, George Engelmann, la mayor autoridad de la nación en cactus americanos quien fue su asesor más influyente<sup>1</sup>.

Años antes, Johann Jacob Bernhardt quien estudio Medicina y Botánica en la Universidad de Erfurt, Alemania. Integró un herbario a lo largo de su vida y gracias a adquisiciones e intercambios con otros botánicos, creando en la Alemania de los siglos XVIII y XIX, un Herbario con un aproximado de 60,000 ejemplares, originarios estos de Norteamérica, Sudamérica, Asia y África.

A la muerte de Bernhardt, este herbario no permaneció en Alemania ya que el año de 1857, por medio de la participación de George Engelmann, se compró este repertorio íntegro, en la cantidad de 600 dólares, para Henry Shaw, siendo dicho material, el núcleo de la colección del museo inicial de este Jardín Botánico el "Missouri Botanical Garden herbarium"<sup>2</sup>. EL código de identificación internacional como institución botánica, así como las siglas de su herbario es **MO**. Inicialmente nominado "Shaw's Garden"<sup>3</sup>.

**F. A. Wislizenus en el Norte de México y la guerra México-USA.**

Friedrich A. Wislizenus, médico alemán que emigró a EUNA por razones políticas<sup>4</sup>, vivió en Nueva York, practicando la medicina de 1835 a 1837, después pasa



*Dr. A. Wislizenus*

Figura 1. Friedrich Adolphus Wislizenus  
[www.wislizenus.info/friedrich\\_adolph\\_wisliz](http://www.wislizenus.info/friedrich_adolph_wisliz)

vivir a Illinois, junto con otros compatriotas exiliados y dos años más tarde se le localiza en el Río Mississippi en San Luis Missouri continuando en la práctica de la medicina (Figura 1). Para el año de 1839 y como medida personal para cambiar la rutina de trabajo, éste decide iniciar en América un viaje como explorador de la naturaleza por más de medio año, reiniciando su labor de médico a fines del mismo año<sup>5</sup>.

Por varios años fue compañero, colaborador o socio del también médico y además distinguido botánico George Engelmann quien le apoyó en las aspiraciones (de ambos), de explorar y coleccionar en el Norte de México, muy probablemente con el fin de enriquecer el Jardín Botánico de Missouri. Ellos se organizan y en el año de 1846, Friedrich suspende nuevamente su actividad como médico e inicia este programa de recorrido de exploración y colecta, aprovechando la oportunidad, en ese momento de la partida de una caravana del comerciante Albert Speyer quienes debían entregar un cargamento de armas al gobierno de Chihuahua<sup>5,6</sup>.

Al ingresar al Estado de Nuevo México, en ese momento perteneciente a México, F. Wislizenus consiguió del gobernador mexicano Manuel Armijo, la autorización para internarse en territorio mexicano e inicia sus colectas de plantas en el camino de Santa Fé hacia Albuquerque (19 de Julio de 1846)<sup>5,7</sup>.

Friedrich A. Wislizenus, continúa su camino de exploración hacia el Paso, a donde llega el 8 de Agosto de 1846. Al cruzar hacia el Estado de Chihuahua, completa su primer centenar de registros de recaudación de muestras y al aproximarse a la ciudad de Chihuahua, ha incrementado ya un 50% sus números de colecta reconocidos (Cuadro 1), sucediendo esto último con fecha 24 de Agosto de 1846<sup>7</sup>.

En aquel tiempo, permanecían las pretensiones expansionistas del gobierno de USA, con repercusiones negativas en territorio mexicano. Asimismo en fecha reciente, había surgido la declaración de guerra contra México por parte del Congreso de Estados Unidos, el día 13 de mayo de 1846.

En consecuencia, el gobierno de México desconfió del hecho, que el explorador Friedrich A. Wislizenus acompañara a la caravana que transportaba el mencionado armamento para su entrega en el estado de Chihuahua, por lo que personal del gobierno mexicano lo identificara como un potencial espía. Esto provocó se dictaminara la orden de ser aprehendido y custodiado junto con los otros mercaderes. Después de lo cual fue enviado al poblado de Cusihuirachic, Chih., aproximadamente 150 Km al oeste de la capital del estado de Chihuahua<sup>7</sup>.

Sin embargo, las autoridades en Chihuahua, le permiten salir a realizar sus colectas, sin alejarse más allá de ciertos kilómetros del lugar en que estuvo en calidad de prisionero. Tomando como referencia las fechas de colecta

científica del material entonces reunido por él y existentes a la fecha en el banco de información del Missouri Botanical Garden Herbarium ([www.tropicos.org](http://www.tropicos.org)), se observa que Wislizenus, casi inmediato a su “confinamiento”, continuó su trabajo exploratorio (Cuadro 1) y de recolección de muestras de la naturaleza, a las dos semanas de llegar en calidad de detenido a Cusihuirachic, Chih., actividad realizada en las proximidades a ésta última localidad, pero sin alejarse no más de dos millas del domicilio de reclusión (Moll, 2003).

Friedrich Wislizenus desarrolla regularmente esta actividad hasta el mes de octubre de 1846, pero siendo casi nula su actividad de colecta en campo, durante el período comprendido entre Noviembre de 1846 a febrero de 1847<sup>8</sup>. Es cuando aprovecha aun más para ordenar sus registros de campo y ordenar las colectas de campo.

#### HACIA LA LIBERACIÓN DE FRIEDRICH ADOLPHUS WISLIZENUS

Stephen Kearny (militar estadounidense) desde finales de junio de 1846 fungió como coronel al mando del Primer Regimiento de Caballería de Estados Unidos (1st United States Dragoon Regiment), puso en marcha a su Ejército del Oeste por el Camino de Santa Fe, como parte de las mencionadas actividades militares expansionistas del gobierno norteamericano. El objetivo inmediato de Kearny era ocupar la entonces provincia mexicana de Santa Fe de Nuevo México, que abarcaba la mayor parte del actual estado estadounidense de Nuevo México. Entre el 8 y el 15 de agosto de 1846, Kearny y su ejército ocuparon la ciudad de Santa Fe, sin disparar un solo tiro ante la huida del Gobernador mexicano Manuel Armijo y sus fuerzas combatientes<sup>9,10</sup>.

Posteriormente Kearny envió fuerzas al mando del coronel Alexander Doniphan para proseguir las operaciones militares en el resto de Nuevo México y otros territorios mexicanos más al sur<sup>11</sup>. Las fuerzas comandadas por Alexander Doniphan venció a un grupo pequeño de contingentes mexicanos sobre el entonces Camino Real, en el paraje de Brazito al sur de lo que hoy es Las Cruces, Nuevo México lo cual fue descrito en el diario de Susana Magoffin. Como resultado, las fuerzas de Doniphan capturaron El Paso del Norte y más tarde la ciudad de Chihuahua<sup>9,10y11</sup>.

Para el mes de Febrero de 1847, la ciudad de Chihuahua ya esta en manos de A. Doniphan, por lo que indudablemente a A. F. Wislizenus se le termina su estancia en Cusihuirachi, Chih., en condición de detenido e inicia el 3 de Marzo del mismo año, su regreso hacia la capital de Chihuahua<sup>5,7</sup>.

Wislizenus se incorporó como a la cuadrilla de Alexander Doniphan, nombrado “physician to Donophian’s column” (Gentry, 1957). Como Doniphan había recibido instrucciones de reunirse con John E. Wool, pero este último se

encontraba aún en el estado de Coahuila. Por lo que las tropas de Doniphan continuaron “inmovilizadas” en las cercanías de la cd de Chihuahua, en San Pablo y Bachimba (Cuadro 1). Prácticamente suspendiendo su avance hacia la Comarca Lagunera. Lapso en el cual le permite a Friedrich W. continuar su actividad de explorador de la naturaleza y colector científico<sup>8</sup>. Debido al interés de esperar al contingente militar procedente

La columna del centro del ejército norteamericano, al mando del general J. E. Wool, quien había avanzado desde San Antonio Texas hasta Saltillo, Coah.<sup>12</sup>, tomó medidas para sumarse a Doniphan. Para cuando Wool estuvo en Parras, envió un grupo de exploradores por el rumbo de La Laguna al mando de su jefe de topógrafos George W. Hughes<sup>13</sup>, entre los que también estuvo el médico Josiah Gregg, para hacer un reconocimiento de la región. Este grupo posteriormente se adentra y al llegar a la Comarca Lagunera, toma el camino hacia la ciudad de Chihuahua con el fin de encontrarse con las Tropas de Doniphan quien permanecía en espera. Josiah Gregg médico y botánico aficionado también trabajaba en ese momento para el Jardín Botánico de Missouri, realizando colectas botánicas<sup>8</sup>. Como él hablaba el español, fue muy solicitado al ser el intérprete de los mandos militares estadounidenses.

Después de tal encuentro, ambos contingentes, El Ejército del Oeste y la correspondiente a la columna del centro, en los primeros días de mayo continúan su avance hacia La Laguna. Al ingresar al Estado de Durango, Gentry (op. cit.) refiere a Wislizenus en el que describe este último:

*“se había aplicado fuego al chaparral y espesas nubes de humo pasaban por sobre nosotros; pero esto no interrumpió nuestra marcha en lo más mínimo, aunque hacía el calor en el valle más sofocante”.*

Así después del “Valle más sofocante” se detienen nuevamente en Pelayo, Mapimí, Dgo, donde al parecer permanecen al menos dos días, a disfrutar del banquete de cerdo (Rico, 2011) y seguramente a disfrutar de las aguas termales, que en dicho paraje existen y de lo cual Friedrich A. Wislizenus solo anotó en sus registros (ejemplar No.272), la presencia de agua caliente en esa localidad<sup>14</sup>.

Son escasas las colectas de plantas en su camino por cruzar territorio del Estado de Durango, el cual lo realizan en apenas cinco días desde el 7 de Mayo al 11 del mismo mes. Ambos aficionados botánicos continúan sus respectivas colectas de material biológico, pasando al Estado de Coahuila y estar 20 días más tarde al Estado de Nuevo León, en las cercanías a la cd de Monterrey (Cuadro 1), posteriormente a Matamoros, New Orleans y en los primeros días de Julio de 1847 llega a Saint Louis<sup>5,9</sup>.

## CONCLUSIONES

Fue magno el espíritu de contribuir al conocimiento de la diversidad biológica del Norte de México, pues aún cuando F. A. Wislizenus, se encontró en diversas ocasiones en el campo de batalla, no desistió en tener la paciencia para continuar con sus colectas durante su recorrido por el Norte de México. También son valiosos aunque escasos, los registros de algunos ejemplares de fauna (Moll, 2003) de ésta misma ruta de exploración<sup>5</sup>.

Debido a que el mayor período de tiempo de su estancia en el Norte de México, perduró en el estado de Chihuahua, pudo realizar el mayor número de colectas en dicha región, con un mayor y trascendente registro de las observaciones del ambiente natural en ésta entidad mexicana. La calidad de estas colectas de plantas, permitieron la descripción o propuesta de varias especies y variedades (en flora y fauna) nuevas para la ciencia, algunas de las cuales le fueron dedicadas a F. A. Wislizenus, por diferentes botánicos y algunos zoólogos. Entre las que se encuentra el género *Wislizenia* (Cleomaceae). Al menos se le han brindado (desde el siglo XIX) al epíteto específico en 37 especies, pertenecientes a 14 familias de fanerógamas y lo mismo en al menos en cuatro variedades<sup>15</sup>. Adicionalmente como lo indica Gradner (op cit.), la importancia de sus contribuciones, también fue en el área de la Historia.

Lo novedoso de la presente revisión estriba, en la integración de los registros de colecta del protagonista existentes en el **MO**, a la información presentada en la bibliografía consultada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gentry H. 1957. Los Pastizales de Durango. *In*: Méx. Rec. Nat. Ren. México, DF. p. 174-175.
- Moll, Edward O. 2003. *Gambelia wislizenii*. Long nosed leopard-lizard. Soc. Herpet. de Tucson. University of Arizona. p. 51.
- Rico, I. 2011. Intervención americana en La Laguna: La campaña de A. Doniphan. El siglo de Torreón. 31 de Julio 2011. Torreón, Coah. p. 3d.
- <sup>1</sup>Wikipedia.org. 2011 [http://en.wikipedia.org/wiki/Shaw\\_Henry](http://en.wikipedia.org/wiki/Shaw_Henry). Consulta: 17 de octubre del 2011.
- <sup>2</sup>Wikipedia.org. 2011 [http://en.wikipedia.org/wiki/Johan\\_Jacob\\_Bernardi](http://en.wikipedia.org/wiki/Johan_Jacob_Bernardi). Consulta: 25 de octubre del 2011.
- <sup>3</sup>Wikipedia.org. 2011 [http://en.wikipedia.org/wiki/Jard\\_Bot\\_Missouri](http://en.wikipedia.org/wiki/Jard_Bot_Missouri). Consulta: 28 de octubre del 2011.
- <sup>4</sup>Tucsonbotanical.org/desertconnections/printpage.php?plantid=74. 2011. Consulta: 26 de octubre del 2011.



<sup>5</sup> [www.wislicenus.info/friedrich\\_adolph\\_wislizenus.htm](http://www.wislicenus.info/friedrich_adolph_wislizenus.htm). 2011. Consulta: 27 de octubre de 2011.

<sup>6</sup> [Wikipedia.org.2011.http://en.wikipedia.org/wiki/Friedrich\\_Adolphus\\_Wislizenus](http://en.wikipedia.org/wiki/Friedrich_Adolphus_Wislizenus). Consulta: 17 de noviembre del 2011.

<sup>7</sup> [www.tropicos.org/specimenSerach.aspx](http://www.tropicos.org/specimenSerach.aspx). 2011. Consulta: 7 de octubre 2011.

<sup>8</sup> [www.tropicos.org/specimenSerach.aspx](http://www.tropicos.org/specimenSerach.aspx). 2011. Consulta: 20 de septiembre del 2011.

<sup>9</sup> [http://www.pbs.org/kera/usmexicanwar/biographies/stephen\\_W\\_Kearny.esp.html](http://www.pbs.org/kera/usmexicanwar/biographies/stephen_W_Kearny.esp.html). 2011. Consulta: 14 de octubre 2011.

<sup>10</sup> [Wikipedia.org. 2011. http://en.wikipedia.org/wiki/Stepheni\\_W\\_Kearny](http://en.wikipedia.org/wiki/Stepheni_W_Kearny). Consulta: 25 de octubre del 2011.

<sup>11</sup> [www.chihuahuamexico.com/index.php?com\\_content&task](http://www.chihuahuamexico.com/index.php?com_content&task). 2011. Consulta: 25 de octubre del 2011.

<sup>12</sup> [Wikipedia.org, 2011 http://en.wikipedia.org/wiki/John\\_E.\\_Wool](http://en.wikipedia.org/wiki/John_E._Wool). 2011. Consulta: 23 de noviembre del 2011.

<sup>13</sup> [www.eldiariodecoahuila.com.mx/notas/2010/6/13/locales](http://www.eldiariodecoahuila.com.mx/notas/2010/6/13/locales). 2011. Consulta: 19 de septiembre del 2011.

<sup>14</sup> [www.tropicos.org/Specimen/2388524](http://www.tropicos.org/Specimen/2388524). 2011. Consulta: 6 de diciembre 2011.

<sup>15</sup> [www.tropicos.org/NamesSearch.aspx](http://www.tropicos.org/NamesSearch.aspx). 2011. Consulta: 9 de Diciembre del 2011.



## EFFECTOS A LA SALUD POR LA INGESTA CRÓNICA DE ARSÉNICO EN AGUA

Laura Silvia Gonzalez-Valdez<sup>1</sup>, Manuel Quintos-Escalante<sup>1</sup>, María Guadalupe Reyes-Navarrete<sup>1</sup>, E C Vázquez-Alarcón<sup>1</sup>, Alicia Irene Alvarado-De La Peña<sup>1</sup>, D M Antuna<sup>1</sup>, Alfonso García-Vargas<sup>1</sup>, V S Jaquez-Matas, F. Orona-Meza

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Unidad Durango. Sigma 119, Frac. 20 de noviembre II, Durango, Dgo., México. 34220, <sup>2</sup>Becario COFAA

### RESUMEN

Reportes de estudios realizados por organismos internacionales revelan contaminación del agua por presencia de arsénico en Bangladesh, La India, Tailandia, Estados Unidos, Argentina, Chile, y México, entre otros. La ingestión de altas dosis produce síntomas gastrointestinales, disturbios de las funciones cardiovasculares y del sistema nervioso ocasionando eventualmente la muerte. La exposición crónica al arsénico a través del agua de consumo humano se ha relacionado con enfermedades en la piel (hiperqueratosis e hiperpigmentación). Ese tipo de contaminación se ha asociado también al incremento de riesgo de cáncer en piel, pulmones, vejiga y riñón por lo que está considerado como potente agente cancerígeno, incluido en el grupo de sustancias peligrosas con prioridad 1 por la ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). Estudios recientes han comprobado que el arsénico es capaz de traspasar la barrera placentaria induciendo malformaciones o daños neurológicos de diversos tipos. La Organización Mundial de la Salud, la Comunidad Europea y la Agencia de Protección Ambiental (Estados Unidos) establecen como límite máximo permisible (LMP) un valor de 0.01 mg/L de As para el agua destinada al consumo humano. En México a partir del año 2006 el LMP se modificó de 0.059 a 0.025 mg/L.

**PALABRAS CLAVE:** arsénico en agua, efectos a la salud causados por arsénico

### ABSTRACT

Reports of studies by international organizations reveal contamination of water by arsenic in Bangladesh, India, Thailand, United States, Argentina, Chile, and Mexico, among others. Ingestion of high doses produces gastrointestinal symptoms, disturbances of cardiovascular function and nervous system causing eventual death. Chronic exposure to arsenic in drinking water has been linked to skin disease (hyperkeratosis and hyperpigmentation). Such pollution has also been linked to increased risk of skin cancer, lung, bladder and kidney and is therefore regarded as a potent carcinogen, in the group of dangerous substances for priority 1 by ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). Recent studies have shown that arsenic is able to cross the placental barrier inducing malformations or neurological damage of various kinds. The World Health Organization, the European Community and the Environmental Protection Agency (USA) established as maximum permissible limit (MPL) value of 0.01 mg / L of As for water intended for human consumption. In Mexico since 2006, the LMP was modified 0059-0025 mg / L.

**KEY WORDS:** arsenic in water, health effects caused by arsenic

### INTRODUCCIÓN

Las aguas subterráneas cumplen un papel muy importante y en numerosos casos vital para el suministro del agua potable de áreas urbanas y rurales de los países. México, un país rico en recursos naturales, obtiene el agua que consume la población tanto de fuentes superficiales como subterráneas. Los acuíferos se recargan de forma natural en época de lluvias, sin embargo hay que considerar que del total de agua captada, aproximadamente el 70% se evapora (CNA, 2005).

El recurso hídrico está sujeto a perder su calidad, ya sea por contaminación



natural (disolución de minerales y erosión, entre otros factores) o antropogénica (actividades mineras, agrícolas, e industriales, entre muchas otras), y sus efectos a la salud humana son motivo de preocupación a nivel internacional, por lo que se han dictado criterios y normas sobre la calidad del agua.

Los efectos a los ecosistemas ocasionados por contaminantes, como los metales pesados (como plomo, cadmio, y mercurio), plaguicidas, cianuros, hidrocarburos, arsénico y fenol provocan prácticamente la destrucción de los hábitats acuáticos y generan graves efectos a la salud en las comunidades que usan este líquido para su consumo; incluso en algunas áreas del planeta, la problemática de la presencia de elementos químicos en altas concentraciones, ya ha originado contaminación de las aguas subterráneas, creando riesgos potenciales para la salud pública y causando el abandono de las fuentes de suministro de agua existentes (Díaz-Barriga, 1999).

### CONTAMINACIÓN POR ARSÉNICO

En países como La India, Bangladesh, Mongolia, Tailandia, Estados Unidos, Argentina, Chile, Brasil, y México se han reportado concentraciones altas de arsénico en el agua destinada al consumo humano (CNA, 2005). Casos graves se presentan en Chile con concentraciones de As de hasta 860  $\mu\text{g}/\text{L}$  en el agua superficial y en Bangladesh con concentraciones mayores de 1000  $\mu\text{g}/\text{L}$  en aguas provenientes de acuíferos. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud se estima que más

de 30 millones de personas consumen agua con contenido de arsénico que está por encima de los límites permisibles (Díaz-Barriga, 1999).

En México este problema se ha detectado en acuíferos de los estados de Aguascalientes, Coahuila, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, San Luis Potosí, Sonora, y Zacatecas, principalmente (Figura 1), donde se han reportado concentraciones hasta de 1.0 mg/L. En la Comarca Lagunera la presencia de agua contaminada por arsénico adquiere mayor trascendencia por ser una región con una importante actividad agrícola y ganadera, ya que el agua no sólo es utilizada para el abastecimiento de núcleos de población sino también como agua de riego y alimento para el ganado (CEPIS/OPS, 2000; Cebrian et al., 1983).

En el Valle del Guadiana y la Ciudad de Durango, Durango se ha detectado la presencia de arsénico en el agua subterránea proveniente del acuífero principal del Valle, presencia que se atribuye a la composición geológica de los estratos subterráneos, derivados de magmas originados por la fusión parcial de la corteza terrestre, tal como sucede en San Luis Potosí. El 32% de los pozos localizados en el Valle del Guadiana tienen concentraciones de arsénico menores a 0.025 mg/l y en el 68% restante las concentraciones varían de 0.025 hasta 0.192 mg/l. Se ha encontrado que la mayor concentración de arsénico se ubica en las zonas norte y noroeste del Valle (Petkova, 1998; Chávez, 2010).



Fig. 1. Extensión de Arsénico en México

## ORIGEN DEL ARSÉNICO

El arsénico presente tanto en aguas superficiales como en aguas subterráneas, proviene principalmente de la disolución de minerales, la erosión y desintegración de rocas, la depositación atmosférica y en forma de aerosoles; se puede encontrar tanto en su forma trivalente como en su forma pentavalente, según las condiciones del medio. En el agua superficial predominan las formas oxidadas y en el agua subterránea, sobre todo en la más profunda, las formas reducidas, siendo estas últimas más tóxicas. El principal mineral del arsénico es el FeAsS (arsenopirita o pilo); otros arseniuros metálicos son los minerales FeAs<sub>2</sub> (löllingita), NiAs (nicolita), CoAsS (cobalto brillante), NiAsS (gersdorffita) y CoAs<sub>2</sub> (esmalta) (Chávez, 2010).

En el agua superficial y subterránea los estados de oxidación en que el arsénico se encuentra comúnmente son los estados +5 y +3. El arsenito o arsénico trivalente (As<sup>+3</sup>) se encuentra en solución como H<sub>3</sub>AsO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>AsO<sub>3</sub><sup>-</sup>, H<sub>2</sub>AsO<sub>4</sub><sup>-</sup> y H<sub>2</sub>AsO<sub>4</sub><sup>-2</sup> en aguas naturales con pH entre 5 a 9 (aguas subterráneas), y el arsenato o arsénico pentavalente (As<sup>+5</sup>) se encuentra en forma estable en aguas superficiales con altos niveles de oxígeno como H<sub>2</sub>AsO<sub>4</sub> en un intervalo de pH de 2 a 13 (CNA, 2005).

## NORMATIVIDAD

Los límites tolerables de las diversas sustancias contenidas en el agua son normadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), y por organismos reguladores de los gobiernos (Tabla 1), pudiendo variar ligeramente de uno a otro (Sherma y Sohn, 2009).

Tabla 1. Valores guía para Arsénico

País/Organización	Nivel de contaminación máximo (mg/l)
México	0.025 ( a partir de 2006)
Argentina	0.050
Canadá	0.025
USA	0.010
Francia	0.050
Taiwán	0.050
China	0.050
India	0.050
Comunidad Europea	0.010
Organización Mundial de la Salud (OMS)	0.010

## REMOCIÓN DE ARSÉNICO

Para tratar de cumplir con la reglamentación internacional se han desarrollado diferentes técnicas para la remoción de contaminantes con eficiencias que van desde 70 hasta 99%, dependiendo de la concentración inicial, del estado de oxidación del As y del pH. Ejemplos de ellas son Coagulación- filtración, Adsorción, Intercambio iónico y Procesos de membrana (DOF, 2000).

## METABOLISMO DEL ARSÉNICO

Vía digestiva: El arsénico inorgánico ingerido es absorbido por los tejidos y se elimina progresivamente por metilación; su excreción ocurre en la orina a través de los riñones. Cuando la ingestión es mayor que la excreción, tiende a acumularse en la piel, el cabello y en las uñas. El tiempo de vida media del arsénico inorgánico en el ser humano es de 2 a 40 días. La OMS estima que para que este elemento cause daños a la

salud la persona requiere una exposición al arsénico de 5 a 10 años, dependiendo de los niveles de concentración (Cebrián et al., 1983).

## EFFECTOSA LA SALUD.

El principal efecto no cancerígeno, de acuerdo a D'Ambrosio (2005), es la intoxicación crónica, se manifiestan a través de:

a) Lesiones cutáneas. Son multiformes y el resultado de una acción sistémica y local se manifiesta por presencia de eritema, pápulas y vesículas y lesiones ulcerativas dolorosas, especialmente en las superficies expuestas; se conocen como hiperpigmentación e hiperqueratosis palmoplantar y enfermedad del pie negro (Figura 2).

b) Lesiones en las mucosas, como queratoconjuntivitis, irritación de las vías respiratorias superiores, ulceración y perforación del tabique nasal.



c) Trastornos gastrointestinales. Poco frecuentes en la intoxicaciones industriales, con náuseas, vómitos, cólicos, alternancia de diarrea y estreñimiento, y úlcera gástrica.

d) Trastornos nerviosos: neuritis periférica sensitivo-motriz, parestesias en las extremidades, encefalopatía, y dolor en los miembros, marcha difícil, debilidad muscular que afecta esencialmente los extensores de los dedos y los dedos gordos del pie.

e) Afectación hepática. La ingestión y la inhalación repetidas de arsénico pueden causar lesiones degenerativas en el hígado que pueden desembocar en cirrosis y problemas de reabsorción renal.

f) Afectación del corazón y de la circulación periférica. El arsénico puede ejercer una acción tóxica sobre el miocardio que se traduce especialmente en trastornos electrocardiográficos.

g) Trastornos hematológicos: leucopenia, anemia (a veces megaloblastica) y trombocitopenia. Además



Fig. 2 Hiperqueratosis e hiperpigmentación

Estudios in vivo e in vitro han indicado los efectos de arsénico en los cromosomas humanos. Gómez-Camínero et al. (2001) reportan el trabajo de Gonsbatt et al. (2010), del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en el que se mencionan que entre los efectos del arsénico en los cromosomas se encuentran aberraciones cromosomales, cambios cromátidos, y alteraciones de los mecanismos de reparación del ADN.

Los efectos teratogénicos han sido estudiados en animales de laboratorio expuestos a altas dosis de arsénico. Sánchez-Peña et al. (2010) mencionan los trabajos de Schroeder y Mitchener realizados en 2000, quienes experimentaron con tres generaciones de ratones a las que se expusieron a bajas dosis de arsénico (5mg As/kg de comida), y observaron como único efecto la reducción del número de crías de las camadas. No se dispone de datos de teratogenicidad en humanos. Sin embargo, el arsénico en altas dosis debe ser considerado un potencial teratógeno en humanos, dado que el arsénico inorgánico traspasa la placenta y que existe evidencia de teratogenicidad con altas dosis en animales (Petkova, 1998).

hemoangioendotelioma.

h) Trastornos generales: pérdida de peso y anorexia, y su capacidad de disruptor endocrino relacionado con el desarrollo de diabetes y abortos espontáneos.

Está demostrado que la exposición a arsénico incrementa la incidencia de cáncer de piel, hígado, pulmón y linfático en humanos. La agencia de protección ambiental de los Estados Unidos, (USEPA), y otros organismos como el Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) y la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), clasifica el arsénico dentro de los grupos que incluyen sustancias carcinogénicas para los seres humanos (Tabla 2).

Varios estudios han demostrado que la ingestión de arsénico inorgánico puede aumentar el riesgo de cáncer de la piel y de cáncer del hígado, la vejiga y los pulmones; su inhalación puede desencadenar cáncer en pulmón (Lauwerys, 1988).

Tabla 2. Categorización de sustancias según su condición carcinogénica

CATEGORIZACIÓN	IARC	IRIS/USEPA
Carcinógeno Humano	Grupo 1	Grupo A
Probable Carcinógeno Humano	Grupo 2A	Grupo B
Posible Carcinógeno Humano	Grupo 2B	Grupo C
No Clasificable como Carcinógeno Humano	Grupo 3	Grupo D
Probable No Carcinógeno Humano	Grupo 4	--

## ESTUDIOS EPIDEMIOLÓGICOS

La ingestión permanente de aguas contaminadas por sales de arsénico origina el llamado Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico (HACRE), muy frecuente en numerosas regiones del planeta.

Existen numerosos casos ya desde los años 70, que revelan los efectos tóxicos de una exposición prolongada al arsénico. Notables son los de Bangladesh (1978) y del Oeste de Bengala, en los que un millón de pozos se vieron contaminados con arsénico y más de 200,000 personas se vieron afectados, e incluso murieron por cáncer. En India existen alrededor de 6 millones de personas expuestas al arsénico, de los cuales más de 2 millones son niños; una problemática similar se ha reportado en China, Taiwán y Pakistán (Guha et al., 1999).

En América Latina, Argentina, Chile, México, El Salvador, Nicaragua, Perú y Bolivia, se estima que, por lo menos 4 millones de personas beben en forma permanente agua con niveles de arsénico que ponen en riesgo su salud, en donde se ha reportado ya la enfermedad de HACRE. En México, en 1958, se reconoció que la Comarca Lagunera es una zona de

hidroarsenicismo crónico. En las poblaciones rurales de los municipios de Francisco I. Madero y San Pedro de las Colonias, Coahuila, y Tlahualilo, Durango, se realizaron entre los años 70 y 80 algunos estudios epidemiológicos que mostraron una alta incidencia de estados patológicos atribuibles al arsénico, como lesiones en la piel y enfermedades vasculares periféricas, y también se registro en la población San Salvador de Arriba, del municipio de Francisco I Madero, Coahuila, con una concentración promedio de arsénico en el agua de 0.411 mg/l, una prevalencia de lesiones cancerosas en la piel del 1.4% (Castro de Esparza, 2004; Swiecky, 2006).

## CONCLUSIONES

Los efectos a la salud basados en estudios epidemiológicos por la ingesta de arsénico en el agua plantean la necesidad de reevaluar los valores límites permisibles a 0.010 mg/l, tal como lo establece la Organización Mundial de la Salud (OMS).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CNA (Comisión Nacional del Agua). 2005. Lo que se dice del agua. Talleres Gráficos de México. México.
- Díaz-Barriga, F. 1999. Metodología de identificación y evaluación de riesgos para la salud en sitios contaminados. CEPIS/OPS/OMS. OPS/CEPIS/PUB/99.34. Lima Perú. pp. 23-42.
- CEPIS/OPS. 200. Hojas de divulgación Técnica ISSN: 10185119, HDT-No.95. Arsénico en el agua de bebida de América Latina y su efecto en la salud pública, Agencia de asesoría regional en aseguramiento de la calidad y servicios analíticos.
- Cebrián, M. E., A. Albores, M. Aguilar, E. Blakely. 1983. Chronic arsenic poisoning in the north of Mexico. *Human Toxicology* 2: 121-33.
- Petkova, S. V., Remoción de arsénico por sorción en minerales. Validación de los resultados en el campo. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México.
- Chávez, S. M. 2010. Evaluación del riesgo por la presencia de contaminantes en el acuífero Valle del Guadiana. Tesis. CIIDIR-IPN Unidad Durango. México
- CNA (Comisión Nacional del Agua). 2005. Sinopsis del estudio de prospección geohidrológica y caracterización hidrogeoquímica en el acuífero Valle del Guadiana, Durango.
- Sherma, V., M. Sohn. 2009. Aquatic arsenic: toxicity, speciation, transformation and remediation. *Environment international* 35: 746-747.
- DOF, 2000. Modificación a la norma oficial mexicana NOM 127-SSA1-1994. Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Diario Oficial de la Federación, 22 de noviembre de 2000.
- D'Ambrosio, M. C. 2005. Evaluación y selección de tecnologías disponibles para remoción de arsénico. IIº Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de hidrología subterránea y IVº Congreso Hidrogeológico Argentino. Río Cuarto, pp. 25-28.
- Lauwerys, R. R. 1988. Toxicología Industrial e Intoxicaciones Profesionales. Masson. Barcelona.
- Gómez-Camirero, A., P. Howe, M. Hughes, E. Kenyon, D. R. Lewis, M. Moore, J. Ng, A. Aitio, G. Becking. 2001. Arsenic and arsenic compounds *Environmental Health Criteria* 224. International Program on Chemical Safety IPCS-WHO, pp. 406.
- Sanchez-Peña, L. C., M. Morales, N. González, G. Gutierrez-Ospina, P. Petrosian, L. M. del Razo, M. E. Gosebatt. 2010. Arsenic species and As3mt expression in different mouse brain regions. *Environmental Research* 110: 428-434.
- Guha, M. D. N., A. B. K. Santra, J. Dasgupta, N. Ghosh, B. K. Roy, U. C. Ghoshal, J. Saha, A. Chatterjee, S. Dutta, R. Haque, A. H. Smith, D. Chakraborty, C. R. Angle, J. A. Centeno. 1999. Chronic Arsenic Toxicity: Epidemiology, Natural History and Treatment. In: *Arsenic: Exposure and health effects* (Eds: Chappell, W. R., C. O. Abernathy). Elsevier, pp: 335-347
- Swiecky, C. 2006. Epidemiología del hidroarsenicismo crónico regional endémico en la República Argentina. Estudio colaborativo multicéntrico. Asociación Toxicológica Argentina. Secretaría del Ambiente y Desarrollo Sustentable. Argentina.
- Castro de Esparza, M. L. 2004. Arsénico en el agua de bebida de América Latina y su efecto en la salud pública. Hojas de divulgación OPS/CEPIS. ISSN: 1018-5119.



## MARCADORES RAPD, HERRAMIENTA PARA LA DISCRIMINACIÓN ESPECÍFICA EN EL GÉNERO ZEA.

Norma Almaraz-Abarca<sup>1</sup>, Diana María Rivera-Rodríguez<sup>1</sup>, Jesús Sánchez-González<sup>2</sup>, Amanda Delgado-Alvarado<sup>1</sup>, Luis Gerardo Barriada-Bernal<sup>1</sup>, Alfonso Reyes-Martínez<sup>1</sup>, José Roberto Medina-Medrano<sup>1</sup>, José Antonio Ávila-Reyes<sup>1</sup>, José Natividad Uribe-Soto<sup>1</sup>, Jesús Herrera-Corral<sup>1</sup>, Néstor Naranjo-Jiménez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango, Instituto Politécnico Nacional, Sigma 119, Fraccionamiento 20 de Noviembre II, Durango, Dgo., 34200. Tel/Fax: 618 8142091

<sup>2</sup>Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Km 15.5 Carretera a Nogales, Zapopan, Jalisco, México.

### RESUMEN

Treinta y seis poblaciones de *Zea mays* subespecie *mexicana*, *Zea mays* subespecie *parviglumis*, *Zea diploperennis*, *Zea perennis*, *Zea luxurians*, y *Zea nicaraguensis* fueron analizadas con un iniciador RAPD (OPA20) para determinar el potencial de discriminación específica de esos marcadores. El análisis de agrupamiento basado en los perfiles de amplificación por PCR (perfiles formados por 5 a 11 de entre un total de 25 loci amplificados para todas las muestras analizadas, con variación de tamaños entre 200 a alrededor de 2000 pb) sugiere que los marcadores RAPD están ampliamente distribuidos en el genoma de todos los taxa de *Zea* analizados y permitió distinguir perfiles con tendencia especie-específica. Los patrones del polimorfismo RAPD permitieron también, con cierta medida, la discriminación entre razas, y apreciar las siguientes tendencias: 1) el agrupamiento de las poblaciones de Guerrero de *Zea mays* subsp. *parviglumis* de la raza Balsas en un grupo separado del resto de las poblaciones de esa misma raza, 2) el agrupamiento de todas las poblaciones de *Zea mays* subsp. *mexicana* de la raza Chalco, 3) la separación de las poblaciones de *Zea mays* subsp. *mexicana* de la raza Mesa Central de Jalisco y Durango de las de la misma raza Mesa Central pero de latitudes al sur de esos estados, 4) la separación de *Zea luxurians* y *Zea nicaraguensis*, que aunque incluidas como parte de un grupo más grande, cada una formó un subgrupo independiente.

**PALABRAS CLAVE:** Teocintle, *Zea*, marcadores RAPD

### ABSTRACT

Thirty six populations of *Zea mays* subespecie *mexicana*, *Zea mays* subespecie *parviglumis*, *Zea diploperennis*, *Zea perennis*, *Zea luxurians*, y *Zea nicaraguensis* were analyzed with the RAPD primer OPA20 to determine the potential of specific discrimination of those markers. The grouping analysis, based on the amplification profiles obtained by PCR (profiles formed by 5 to 11, from a total of 25 amplified loci, varying from 200 to around 2000 pb) suggests that RAPD are broadly distributed in the genome of all analyzed taxa of *Zea*, and allow distinguishing profiles with a species-specific tendency. The RAPD polymorphism profiles also partially allow discriminating among races, and appreciating the following tendencies: 1) the grouping of *Zea mays* subsp. *parviglumis* race Balsas from Guerrero a separate clade, 2) the grouping of all populations of *Zea mays* subsp. *mexicana* race Chalco, 3) the separation of *Zea mays* subsp. *mexicana* race Mesa Central of Jalisco and Durango, from other populations of the same race, 4) the separation of *Zea luxurians* and *Zea nicaraguensis*, which, although forming part of the same group, each was placed in an independent subgroup.

**KEY WORDS:** Teocinte, *Zea*, RAPDS

### INTRODUCCIÓN

El género *Zea* es nativo de México (Sanchez et al., 2000; Bedoya y Tovar, 2010). De acuerdo a Doebley (1990) y Sanchez et al. (2011), ese género está formado por siete taxa divididos en dos secciones, cuatro especies, y cuatro subespecies: Sección Luxuriantes: *Zea perennis* (Hitchc.) Reeves & Mangelsdorf, *Zea diploperennis* Iltis, Doebley & Guzmán, *Zea luxurians* (Durieu & Ascherson) Bird; Sección *Zea*: *Zea mays*

subesp. *mexicana* (Schrader) Iltis, *Zea mays* subesp. *parviglumis* Iltis & Doebley, *Zea mays* subesp. *huehuetenanguensis* (Iltis & Doebley) Doebley, *Zea mays* subesp. *mays*. La única especie cultivada del género es *Zea mays* subesp. *mays*, que incluye a todas las variedades de maíz; el resto de las especies y subespecies son llamados colectivamente teocintle o teocintles, y son los parientes silvestres más cercanos al maíz.

Al teocintle se le ha atribuido una gran influencia en el origen y variabilidad de las principales razas de maíz en México (Wilkes, 2004); ha sido considerado como un recurso con potencial forrajero, debido a su calidad nutricional, potencial de rendimiento, y a sus mecanismos de dispersión y establecimiento (Sánchez-González et al., 1998); y se considera un germoplasma valioso para la creación de nuevas variedades de maíz, principalmente variedades resistentes a enfermedades y a factores ambientales adversos (Nault y Findley, 1981; Cohen y Galinat, 1984). *Zea mays* también ha sido explotado como forraje en países europeos (Zein et al., 2007; Andersen et al., 2007).

Dentro de la clasificación de los teocintles se reconocen tres razas para *Zea mays* subesp. *mexicana*: raza Chalco, raza Mesa Central, y raza Nobogame (Doebley, 1990); sin embargo nuevas poblaciones han sido descubiertas en diferentes regiones de México y Centroamérica (Iltis y Benz, 2000), las cuales requieren ser ubicadas taxonómicamente. Esto, y la importancia de la caracterización molecular como parte de los programas de conservación, manejo, y mejoramiento de recursos vegetales, dan relevancia a estudios enfocados a la búsqueda de marcadores moleculares que revelen la variabilidad genética del teocintle y contribuyan a la determinación específica de sus elementos.

#### Extracción de ADN

Para la extracción del ADN se utilizó tejido foliar de plántulas de ocho semanas. El ADN se extrajo de manera individual, con el método reportado por Saghai-Marooft et al. (1984), basado en la utilización del detergente CTAB (bromuro de hexadeciltrimetilamonio).

Entre los marcadores moleculares utilizados para detectar variabilidad genética en teocintle se encuentra el polimorfismo de nucleótidos individuales o SNP (van Heerwarden et al., 2010), diversidad de secuencias mitocondriales (Darracq et al., 2010), microsatélites (Matsuoka et al., 2002; Fukunga et al., 2005), diversidad de secuencias nucleares y cloroplásticas (Tiffin y Gaut, 2001; Moeller et al., 2007), y alineamiento de secuencias (Ross-Ibarra et al., 2009). De acuerdo a la revisión de literatura realizada para llevar a cabo el presente estudio, aparentemente no existen reportes previos sobre la variabilidad de teocintles revelada por marcadores moleculares RAPD, siendo algunas líneas de maíz, *Zea mays* subsp. *mays* los únicos elementos del género *Zea* analizados con esos marcadores (Pejic et al., 1998). En el presente trabajo se reportan los resultados preliminares de un estudio más amplio para determinar la capacidad de los marcadores RAPD para detectar variabilidad y discriminar entre especies y subespecies de teocintles.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

##### Material vegetal

Se analizaron de cuatro a cinco individuos de 36 poblaciones de las especies *Zea mays* subespecie *mexicana*, *Zea diploperennis*, *Zea perennis*, *Zea luxurians* y *Zea nicaraguensis*. Semillas de cada una de ellas fueron proporcionadas por el Instituto de Manejo y Aprovechamiento de Recursos Fitogenéticos (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara, sembradas en el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional unidad Durango del Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR IPN Durango), en 2011. Datos geográficos de las muestras se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Datos geográficos de las muestras de *Zea* analizadas

Especie	Localidad	Lat (N)	Long (O)	Alt (m)	Referencia	Año de colecta de la semilla
<i>Z. mays</i> subsp. <i>parviglumis</i> Raza Balsas	San Lorenzo, Ejutla, Jal., México	19° 57' 6"	103° 59' 3"	1000	201	2007
<i>Z. mays</i> subsp. <i>parviglumis</i> Raza Balsas	El Rodeo, Tolimán, Jal., México	19° 33' 0"	104° 3' 0"	1462	232	2007



<i>Z. mays</i> subsp. <i>mexicana</i> Raza Mesa Central	Cerro Churintzio, Churintzio, Mich., México	20° 9' 25"	102° 3' 35"	1949	426	2002
<i>Z. mays</i> subsp. <i>mexicana</i> Raza Mesa Central	Uriangato, Uringato, Gto., México	20° 10' 8"	101° 9' 22"	1880	447	2002
<i>Z. mays</i> subsp. <i>Mexicana</i> Raza Mesa Central	San Agustín del Maíz, Copándaro, Mich., México	19° 53' 27"	101° 10' 46"	1855	450	2002
<i>Z. mays</i> subsp. <i>parviglumis</i> Raza Balsas	Amatlán de Quetzalcoatl, Tepoztlán, Mor., México	18° 58' 30"	99° 1' 49"	1654	474	2003
<i>Z. mays</i> subsp. <i>parviglumis</i> Raza Balsas	San Cristobal, Honduras, Oaxaca, México	16° 19' 26"	97° 1' 57"	590	483	2003
<i>Z. mays</i> subsp. <i>parviglumis</i> Raza Balsas	Crucero Lagunitas, Tecoanapa, Guerrero, México	16° 58' 56"	99° 16' 59"	590	487	2003
<i>Z. mays</i> subsp. <i>parviglumis</i> Raza Balsas	Puerto de La Cruz, Carácuaro, Mich., México	18° 57' 47"	101° 3' 27"	870	517	2003
<i>Z. mays</i> subsp. <i>Parviglumis</i> Raza Balsas	Los Cimientos, Villa Purificación, Jal., México	19° 42' 15"	104° 49' 8"	552	546	2003
<i>Z. diploperennis</i>	Las Joyas, Cuautitlán de García B., Jal., México	19° 35' 26"	104° 16' 41"	1870	551	2003
<i>Z. mays</i> subsp. <i>mexicana</i> Raza Nobogame	Arroyo Tarahumares, Guadalupe y Calvo, Chih., México	26° 12' 58"	106° 56' 33"	1928	607	2007
<i>Z. mays</i> subsp. <i>mexicana</i> Raza Chalco	Chapultepec, México, México	19° 12' 12"	99° 34' 3"	2602	615	2007
<i>Z. mays</i> subsp. <i>mexicana</i> Raza Chalco	Km 1 Aljojuca-Santa María Coatepec, Aljojuca, Pue., México	19° 5' 51"	97° 33' 6"	2437	623	2007
<i>Z. mays</i> subsp. <i>mexicana</i> Raza Chalco	San Antonio Zoyatzingo, Amecameca,	19° 4' 54"	98° 46' 35"	2468	635	2007



<i>Z. mays</i> subsp. <i>parviglumis</i> Raza Balsas	Plan de los Timbres, Huitzuc de los Figueroa, Guerrero, México	18° 15' 9"	99° 14' 1"	1183	643	2007
<i>Z. mays</i> subsp. <i>parviglumis</i> Raza Balsas	Vista Hermosa, Olinalá, Guerrero, México	17° 45' 37"	98° 46' 28"	1580	646	2007
<i>Z. mays</i> subsp. <i>parviglumis</i> Raza Balsas	Camino Vista Hermosa-Colotlipa, Quechultenango, Guerrero, México	17° 26' 16"	99° 12' 5"	945	650	2007
<i>Z. mays</i> subsp. <i>parviglumis</i> Raza Balsas	El Rincón, Chilpancingo de los Bravo, Guerrero, México	17° 17' 13"	99° 28' 59"	740	654	2007
<i>Z. mays</i> subsp. <i>parviglumis</i> Raza Balsas	El Salado, Mochitlán, Guerrero, México	17° 23' 48"	99° 26' 12"	1150	657	2007
<i>Z. mays</i> subsp. <i>parviglumis</i> Raza Balsas	Zacatlancillo, Teloloapan, Guerrero, México	18° 25' 0"	99° 58' 3"	1746	661	2007
<i>Z. mays</i> subsp. <i>parviglumis</i> Raza Balsas	Ixcateopan, Guerrero, México	18° 30' 16"	99° 47' 4"	1891	666	2007
<i>Z. mays</i> subsp. <i>parviglumis</i> Raza Balsas	Oxtotitlán, Teloloapan, Guerrero, México	18° 38' 26"	100° 21' 24"	1098	669	2007
<i>Z. mays</i> subsp. <i>parviglumis</i> Raza Balsas	Huixtitla, Amatepec, Estado de México, México	18° 38' 26"	100° 21' 24"	1008	674	2007
<i>Z. mays</i> subsp. <i>parviglumis</i> Raza Balsas	Km 109 Tejupilco- Altamirano, Michoacán, México	18° 53' 41"	100° 12' 32"	1357	679	2007
<i>Z. mays</i> subsp. <i>parviglumis</i> Raza Balsas	Quechendio, Huetamo, Michoacán, México	18° 48' 18"	100° 56' 46"	631	684	2007
<i>Z. mays</i> subsp. <i>mexicana</i> Raza Mesa Central	Cerro Grande, Ayotlán, Jalisco, México	20° 25' 21"	102° 20' 18"	1583	685	2007
<i>Zea</i> <i>diploperennis</i>	San Andrés Milpillas, Huajicori, Nayarit, México	22° 51' 26"	105° 6' 57"	1400	692	2008
<i>Zea perennis</i>	Piedra Ancha, San Gabriel, Jalisco, México	19° 38' 7"	103° 34' 47"	2140	694	2008



### Amplificación RAPD

La mezcla de amplificación se preparó de acuerdo a la Tabla 2. El iniciador RAPD usado fue el OPA20 (GTTGCGATCC). Las condiciones de amplificación fueron: un paso inicial de desnaturalización a 94° durante 3 min; seguido por 45 ciclos de

94° durante 1 min, 36° durante 2 min, y 72° durante 2 min; y finalmente un paso de extensión a 72° durante 10 min. Los loci amplificados se separaron en geles de agarosa al 2% y se tiñeron con Syber Green.

Tabla 2. Composición de la mezcla de amplificación

Compuesto	Concentración final
Iniciador	1.5 µM
Regulador PCR	1X
MgCl <sub>2</sub>	1.75 mM
ADN	2 ng/µL
Taq Pol	0.1 U
dNTPs	0.2 mM
H <sub>2</sub> O	La requerida para un volumen final de 25 µL

### Análisis de datos

Con los electroferogramas, conteniendo todos los loci amplificados, se elaboraron matrices binarias de presencia/ausencia de bandas vs. el número de individuos. Las matrices se sometieron a análisis de agrupamiento usando el programa Past 1.43. La similitud genética entre poblaciones (coeficiente de Jaccard), basada en los datos de los marcadores RAPD, se calculó y se presentó en un dendrograma construido con ese mismo programa.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se amplificó un número total de loci de 25 para todas las muestras analizadas. Los tamaños de los loci variaron desde 200 a alrededor de 2000 pb. Ejemplos de los electroferogramas de RAPD obtenidos en el presente estudio se muestran en la Figura

1. Ese número de loci es cercano al obtenido (21) también con marcadores RAPD, para un primer, en *Cajanus cajan* (Choudhury et al., 2008); con marcadores ISTR para el genoma de siete especies de Agavaceae (32 loci por par de iniciadores, Torres-Morán et al., 2008), y también con marcadores ISTR para ocho especies de *Agave* (24 a 48 loci por par de iniciadores, Infante et al., 2006).

El número de loci amplificados por especie, raza y población fue variable. Los perfiles de amplificación RAPD variaron de 5 loci para *Zea mays* subsp. *mexicana* raza Nobogame, de Chihuahua (muestra 607), hasta 11 para *Zea luxurians* de Guatemala. Esos números de loci sugieren que los marcadores RAPD se encuentran bien distribuidos en el genoma de todos los taxa de *Zea* analizados.

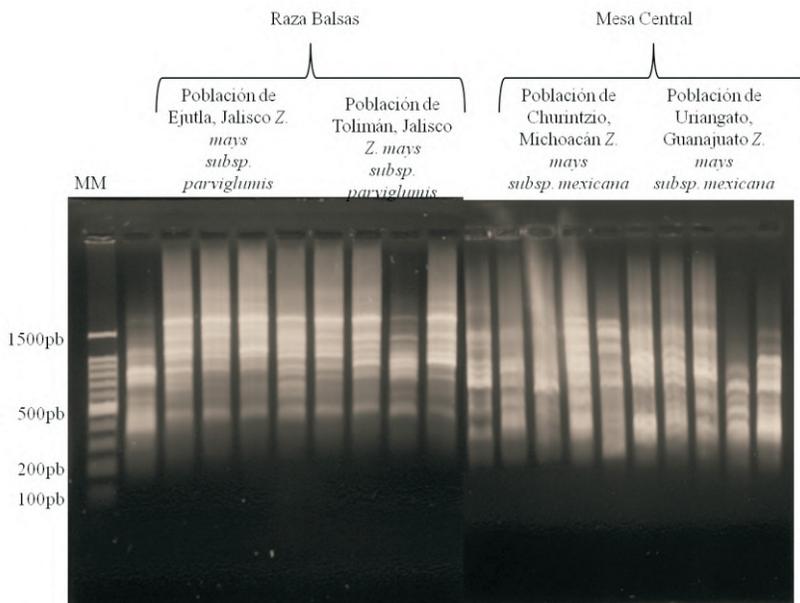


Figura 1. Perfiles de amplificación RAPD de 4 a 5 individuos de cuatro poblaciones de *Zea mays* subsp. *mexicana* y *Zea mays* subsp. *parviglumis*

El análisis de agrupamiento, representado por el dendrograma de la Figura 2, revela la variabilidad encontrada en los taxa analizados de *Zea*. Las poblaciones de *Zea mays* subsp. *mexicana* de la raza Mesa Central de Michoacán (426 y 450) y Guanajuato (447) forman un grupo relacionado a las poblaciones de *Zea mays* subsp. *parviglumis* de la raza Balsas de Morelos (474), Jalisco (201, 232, 546) Michoacán (517), Oaxaca (483), y una población de Guerrero (487). En la misma Figura 2 se observa un segundo grupo formado por las cuatro poblaciones de *Zea mays* subsp. *mexicana* de la raza Chalco, de Chapultepec, Estado de México (615); Puebla (623), Amecameca, Estado de México (635), y Chalco (638), junto con la población de *Zea diploperennis* de Jalisco (551), *Zea mays* subsp. *mexicana* de la raza Nobogame de Chihuahua (607), y la de *Zea diploperennis* de Nayarit. Una relación más cercana se detectó, con los marcadores RAPD, entre *Zea diploperennis* de Jalisco y la población de *Zea mays* subsp. *mexicana* de la raza Nobogame de Chihuahua, que entre las dos de *Zea diploperennis*.

Un tercer grupo, más grande que los anteriores, puede apreciarse en la Figura 2, formado por la mayoría de las poblaciones de *Zea mays* subsp. *parviglumis* de la raza Balsas de Guerrero (646, 650, 654, 666, 657, 643, 661, y 669); la de *Zea mays* subsp. *parviglumis* de la raza Balsas de Huetamo, Michoacán y de Tejupilco (679), y de Amatepec (674) del Estado de México. Ese tercer grupo tiene alguna relación con los teocintles perennes tetraploides *Zea perennis* de Jalisco (694) y la de Michoacán (712) y con la población de *Zea mays* subsp. *huehuetenangensis*, raza Huehuetenango (H1) de Guatemala. Un subgrupo lo componen las dos poblaciones de *Zea mays* subsp. *mexicana* de la raza Mesa Central de Durango (705 y 710) y una de esta misma raza de Jalisco (685). Finalmente, el último subgrupo lo componen *Zea luxurians* de Guatemala (G3) y *Zea nicaraguensis* de Nicaragua (919).

Los resultados del análisis de agrupamiento basado en los perfiles RAPD de todas las poblaciones de *Zea* analizadas permiten apreciar algunas tendencias: 1) la mayoría de las poblaciones de Guerrero de *Zea mays* subsp. *parviglumis* de la raza Balsas forman un grupo separado del resto de las poblaciones de esa misma raza, 2) todas las poblaciones de *Zea mays* subsp. *mexicana* de la raza Chalco forman parte del mismo grupo, 3) las poblaciones de *Zea mays* subsp. *mexicana* de la raza Mesa Central de latitudes más sureñas se separan de las de la misma raza de latitudes al norte (de Jalisco y Durango), 4) *Zea luxurians* y *Zea nicaraguensis*, aunque forman parte del grupo más grande, cada una forma un subgrupo independiente, 5) Los teocintles perennes se separan por nivel de ploidía, los diploides en el grupo donde está la población de *Z. mays* subsp. *mexicana* raza Nobogame y los tetraploides en el grupo donde está la

mayoría de las poblaciones de Guerrero de *Z. mays* subsp. *parviglumis*.

El dendrograma de la Figura 2 permite observar variabilidad entre algunas poblaciones de una misma raza y entre especies y subespecies, pero también, muestra que hay poblaciones genéticamente muy homogéneas, entre ellas *Zea mays* subsp. *parviglumis* de la raza Balsas de Jalisco (546), *Zea mays* subsp. *mexicana* raza Chalco de Puebla (623), raza Mesa Central de Durango (705), *Zea luxurians* de Guatemala (G3), y *Zea nicaraguensis* de Nicaragua (919). La misma Figura 2 permite apreciar también que las poblaciones 650 y 654 de la raza Balsas, ambas de Guerrero, son genéticamente similares con relación a los perfiles RAPD correspondientes al iniciador evaluado en el presente estudio, al igual que las poblaciones 615 y 623 de la raza Chalco del Estado de México y de Puebla, respectivamente; y las 635 y 638 de la raza Chalco de Amecameca y de Chalco, respectivamente.

Los resultados de este trabajo permiten apreciar a los marcadores RAPD como una herramienta para discriminar especies del género *Zea*, ya que las especies *Zea perennis*, *Zea diploperennis*, *Zea luxurians*, y *Zea nicaraguensis* presentan perfiles de amplificación típicos a cada una, sugiriendo que los marcadores RAPD pueden ser usados en estudios taxonómicos enfocados a la delimitación específica dentro de *Zea*, como lo han sido en otras especies de plantas (Weder, 2002; Choudhury et al., 2008).

## CONCLUSIONES

Los marcadores RAPD evaluados están bien distribuidos en el genoma de todos los taxa de *Zea* analizados en el presente estudio, y es posible distinguir perfiles con tendencia especie-específica. Los patrones del polimorfismo RAPD permiten la discriminación entre especies, y en cierta medida entre razas, a partir de los loci amplificados compartidos y los loci únicos. Aunque se requiere realizar estudios poblacionales sobre la distribución de un número mayor de iniciadores RAPD entre los diferentes taxa del género *Zea*, los resultados de este trabajo sugieren que los perfiles de esos marcadores pueden ser de valor taxonómico específico e infraespecífico para ese género.

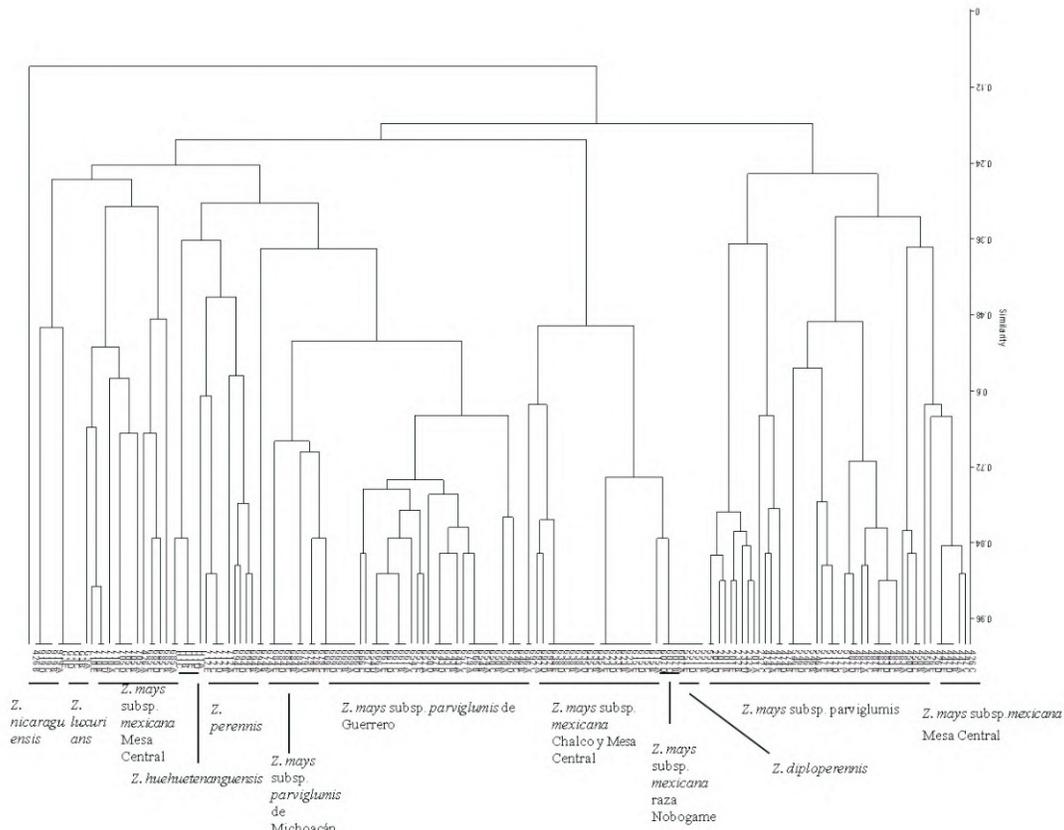


Figura 2. Dendrograma resultante del análisis de agrupamiento basado en marcadores RAPD de los taxa de *Zea* analizados

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andersen J. R., I. Zein, G. Wenzel, B. Krützfeldt, J. Eder, M. Ouzunova, T. Lübberstedt. 2007. High levels of linkage disequilibrium and associations with forage quality at a Phenylalanine ammonia-Lyase locus in European maize (*Zea mays* L.) inbreds. *Theoretical and Applied Genetics* 114: 307-319.
- Bedoya, C. A., V. H. C. Tovar. 2010. Teocintle: el ancestro del maíz. *Claridades Agropecuarias* 201: 32-42.
- Choudhury, P. R., I. P. Singh, B. George, A. K. Verma, N. P. Singh. 2008. Assessment of genetic diversity of pigeonpea cultivars using RAPD analysis. *Biologia Plantarum* 52: 648-653.
- Cohen, J. I., W. C. Galinat. 1984. Potential use of alien germoplasm for maize improvement. *Crop Science* 24: 1011-1015.
- Darracq, A., J. S. Varré, P. Touzet. 2010. A scenario of mitochondrial genome evolution in maize base on rearrangement events. *BMC Genomics* 11: 233
- Doebley, J. F. 1990. Molecular systematic of *Zea* (Gramineae) *Maydica* 35: 143-150.
- Fukunga, K., J. Hill, Y. Vigouroux, Y. Matsuoka, G. J. Sánchez, K. Liu, E. S. Buckler, J. Doebley. 2005. Genetic diversity and population structure of teosinte. *Genetics* 169: 2241-2254.
- Iltis, H. H., Benz, B. F. 2000. *Zea nicaraguensis* (Poaceae), a new teosinte from Pacific Coastal Nicaragua. *NOVON* 10: 382-390.
- Infante, D., S. Molina, J. R. Demey, E. Gamez. 2006. Asexual genetic variability in Agavaceae determined with inverse-sequence-tagged repeats and amplification fragment length polymorphism analysis. *Plant Molecular Biology Reporter* 24: 205-221.
- Matsuoka, Y., Y. Vigouroux, M. M. Goodman, J. Sánchez, E. Buckler, J. Doebley. 2002. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proceedings of the National academy of Sciences USA* 99: 6080-6084.
- Moeller, D., M. I. Tenailon, P. Tiffin. 2007. Population structure and its effects on patterns of nucleotide polymorphism in teosinte (*Zea mays* ssp. *parviglumis*). *Genetics* 176: 1799-1809.
- Nault, L. R. W. R. Findley. 1981. *Zea diploperennis* a primitive relative offers new traits to improve corn. *Ohio Report on Research and Development in Agriculture. Home Economics and Natural Resources* 66: 90-92.

- Pejic, I., P. Ajmone-Marson, M. Morgante, V. Kozunplick, V. Castiglioni, P. Taramino, M. Motto. 1998. Comparative analysis of genetic similarity among maize inbred lines detected by FRLPs, RAPDs, SSRs, and AFLPs. *Theoretical and Applied Genetics* 97: 1248-1255.
- Ross-Ibarra, J., M. Tenaillon, B. S. Gaut. 2009. Historical divergence and gene flow in the genus *Zea*. *Genetics* 181: 1399-1413.
- Saghai-Marouf, M. A., K. M. Soliman, R. A. Jorjensen, R. W. Allard. 1984. Ribosomal DNA spacer-length polymorphisms in barley: Mendelian inheritance, chromosomal location and population dynamics. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 81: 8014-8018.
- Sánchez-González, J. J., Y. T. A. Kato, S. M. Aguilar, C. J. M. Hernández, R. A. López, C. J. A. Ruiz. 1998. Distribución y Caracterización del Teocintle. INIFAP. México.
- Sánchez, J. J., M. M. Goodman, C. W. Stuber. 2000. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. *Economic Botany* 54: 43-59.
- Sánchez, G. J. J., L. L. De la Cruz, M. V. A. Vidal, P. J. Ron, S. Taba, F. Santacruz-Ruvalcaba, S. Sood, J. B. Holland, C. Ruíz, J. A. Carvajal, C. F. Aragón, T. V. H. Chávez, R. M. M. Morales, R. Barba-González. 2011. Three new teosintes (*Zea* spp., Poaceae) from Mexico. *American Journal of Botany* 98: 1537-1548.
- Tiffin, P., B. S. Gaut. 2001. Sequence diversity in the tetraploid *Zea perennis* and the closely related diploid *Z. diploperennis*: insights from four nuclear loci. *Genetics* 158: 401-412.
- Torres-Morán, M. I., N. Almaraz-Abarca, A. P. Velasco-Ramírez, V. Hernández-Vargas, G. Orea-Lara, A. Cifuentes-Díaz de León, C. Oliver-Salvador. 2008. Taxonomic significance of ISTR to discriminate species in Agavaceae. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 3: 661-665.
- Van Heerwaarden, J., J. Ross-Ibarra, J. Doebley, J. C. Glaubitz, G. J. J. Sánchez, B. S. Gauts, L. E. Eguiarte. 2010. Fine scale genetic structure in the wild ancestor of maize (*Zea mays* ssp. *parviglumis*). *Molecular Ecology* 19: 1162-1173.
- Weder, J. K. 2002. Identification of plant food raw material by RAPD-PCR: Legumes. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 50: 4456-4463.
- Wilkes, G. 2004. Corn, strange and marvelous: but is a definitive origin known? In: *Corn: Origin, History, Technology, and Production* (Ed. Smith, C. W.) John Wiley & Sons. New York, pp. 3-63.
- Zein, I., G. Wenzel, J. R. Andersen, T. Lübberstedt. 2007. Low level of linkage disequilibrium at the COMT (caffeic acid O-methyl transferase) locus in European maize (*Zea mays* L.). *Genetic Resources and Crop Evolution* 54: 139-148.



**GREMIOS ECOLÓGICOS DE ARAÑAS (ARACHNIDA:ARANEAE) ASOCIADOS A CULTIVOS Y SU VEGETACIÓN DE BORDE EN EL ESTADO DE DURANGO, MÉXICO.**

Deisy A. Suárez-Forero<sup>1</sup>, Miguel M. Correa-Ramírez<sup>2</sup>, Rebeca Álvarez-Zagoya<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Maestría en Gestión Ambiental, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango, Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR-IPN Unidad Durango)

Sigma 119, Fracc. 20 de Noviembre II, Durango, Dgo. C.P. 34220, México. Becaria CONACYT, PIFI-IPN.

Correo electrónico: dealexa52@hotmail.com

<sup>2</sup>Laboratorio de Fauna Silvestre, CIIDIR-IPN Unidad Durango, Sigma 119, Fracc. 20 de Noviembre II, Durango, Dgo. C. P. 34220, México.

Correo electrónico:

miguel.m.correa.ramirez@gmail.com

<sup>3</sup>Laboratorio de Entomología, CIIDIR-IPN Unidad Durango, Sigma 119, Fracc. 20 de Noviembre II, Durango, Dgo., C.P. 34220, México. Becaria COFAA.

Correo electrónico: raz\_ciidir@yahoo.com

**RESUMEN**

Se determinó la composición y distribución de Araneae, en cultivos y vegetación de borde en calabaza de castilla, calabacita de bola, frijol, chile puya, chile ancho, avena, sorgo, y col, en diferentes municipios del estado de Durango, México. Se colectaron 126 individuos que se determinaron en cinco gremios ecológicos y siete familias; siendo Araneidae y Thomisidae las familias con mayor número de individuos en todos los cultivos. La riqueza de especies de las familias Anyphaenidae, Dictynidae, Lycosidae, Salticidae y Tetragnathidae fue menor y presentaron baja abundancia de acuerdo al número de individuos colectados en los redeos realizados (unidad muestral por tipo de vegetación: 50 redeos). Se calculó el Índice de similitud de Wittaker. La diversidad en el número de familias, así como su distribución y su dominancia, indica buena calidad del hábitat y de alimento disponible (insectos), tanto en los cultivos como en la vegetación de borde, siendo el índice de similitud significativo en los cultivos.

**PALABRAS CLAVE:** riqueza de familias, depredadores, *Cucurbita foetidissima*, Índice de Similitud de Wittaker.

**ABSTRACT**

It was determined the composition and distribution of the Arachnidae on crops and weeds, on pumpking (Calabaza de castilla, Calabacita de bola), bean, chilipepper (Chile Puya, Chile ancho), oat, sorghum and cabbage, in different municipalities at Durango state. Sampling allowed the collect of 126 specimens classified in five ecological guilds and seven families; where Araneidae and Thomisidae had the greater number of specimens for each type of vegetation. Families Anyphaenidae, Dictynidae Lycosidae, Salticidae and Tetragnathidae, had lower abundance according to the number of net collected specimens (sampling unit by type of vegetation: 50 sweeps). Whittaker similarity index was calculated. Diversity on family number, the distribution and dominance, shows good habitat quality and available food (insects), on crops and edge vegetation, being the similarity index significative on crops.

**KEY WORDS:** family richness, predators, *Cucurbita foetidissima*, Wittaker similarity index.

**INTRODUCCIÓN**

Dentro de la gran diversidad faunística presente en los ecosistemas terrestres, las arañas se destacan por ser un grupo diverso, de amplia distribución, abundancia, biomasa y por la diversidad de familias de hábitos depredadores e importantes en las redes tróficas por influenciar la densidad y actividad de los organismos descomponedores ó degradadores (Turnbull, 1973).

Las arañas son un grupo interesante en los estudios ecológicos, ya que la presencia de sus comunidades en determinados hábitats son un indicador ambiental del uso de la tierra y de la disposición de la vegetación, que entre más compleja en su estructura permite mayor abundancia y diversidad de sus familias (Scheidler, 1990). Las arañas del Orden Araneae, es el orden más numeroso de la Clase Arachnida.

Aunque se les considera como un grupo entomófago muy abundante en los ecosistemas (Nyffeler *et al.*, 1994), el conocimiento ecológico acerca de las arañas, es

aún incipiente (Silva y Coddington, 1996).

Las arañas es el orden de depredadores de insectos más diversificado, ya que se valen de diversas estrategias de caza, lo que permite que puedan subdividirse ecológicamente en gremios, con similitud en el consumo de presas asociadas a un hábitat determinado. Uetzl (1999) estableció cinco grandes gremios ecológicos: (1) acechadoras emboscadoras, (2) cazadoras acechadoras, (3) tejedoras de redes amorfas, (4) tejedoras de redes orbiculares, y (5) tejedoras de redes tridimensionales.

Los medios físicos y naturales adecuados para la reproducción, el mantenimiento de las comunidades de arañas, se ven modificados algunas veces por las actividades humanas, las cuales constituyen una constante presión en la composición y diversidad de la mayoría de los ecosistemas conocidos en los que las arañas se desarrollan (Barnes, 1998). Lo anterior se denota en la alteración de sus poblaciones, distribución, estructura y funcionamiento de sus gremios y familias, propiciado una posible extinción (Meffe y Carroll, 1994).

La disminución de éstas y su paulatina reducción en número y en especies, alteraría seriamente la abundancia de todo el conjunto de organismos que son presas habituales de éstas. Un ejemplo lo tenemos en los sistemas agrícolas, donde la simplicidad del hábitat o medio de soporte reduce significativamente, sin eliminar completamente la cantidad de arañas, lo que propiciaría una mayor presencia de poblaciones de insectos, que por la falta de depredadores, llegan a denominarse insectos plaga (Meffe y Carroll, 1994).

En el presente estudio se realizó un acercamiento a la agremiación de las arañas con respecto a los cultivos de avena, calabaza, chile, col, frijol y sorgo, así como a la vegetación de borde de los mismos (ó 'maleza'), para dar respuesta a la pregunta ¿Hay asociación entre las familias de arañas encontradas y la vegetación muestreada en el estado de Durango?.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del sitio de estudio.

Las áreas estudiadas se ubican en las coordenadas geográficas 23° 35' 14" latitud norte y 105° 05' 52" longitud oeste, entre los 1,427 m y 2,134 m de altitud (Figura 1), intervalo en el que se encuentran los diez municipios muestreados, que son:

- Canatlán,
- Durango,
- Guadalupe Victoria,
- Mezquital,
- Nombre de Dios,
- Nuevo Ideal,
- Poanas,
- Vicente Guerrero, del Estado de Durango; y,
- Sombrerete,
- Fresnillo, del Estado de Zacatecas.

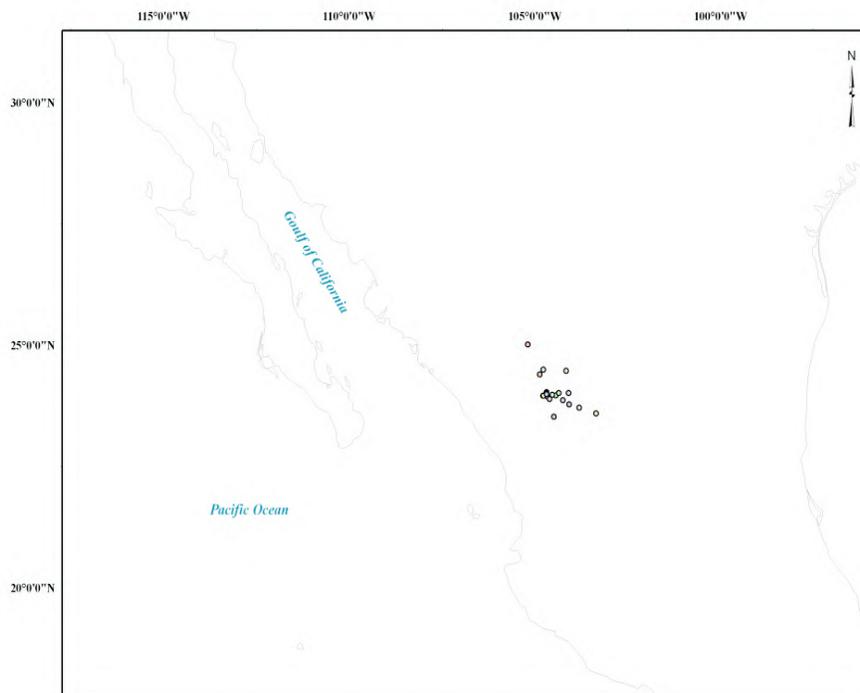


Figura 1. Relación de sitios de muestreo de Arachnida: Araneae en los Estados de Durango y Zacatecas.

### Recolecta de material biológico

Los muestreos se efectuaron entre julio de 2008 y octubre de 2009 (Cuadro 1). Las arañas fueron recolectadas manualmente en flores y mediante la técnica de redeo por 50 golpes en cada sitio, en el estrato arbustivo de cada uno de los cultivos. Los ejemplares se colocaron en bolsas de polipropileno

debidamente etiquetadas. Posteriormente se incluyeron en frascos de boca ancha y se fijaron en solución de alcohol al 70%, para su traslado al laboratorio. Se registraron datos geográficos de cada sitio, se fotografió los cultivos y vegetación de borde a cada cultivo, así como datos generales del hábitat.

Cuadro 1. Sitios de muestreo y altitud

MUNICIPIO	LATITUD N	LONGITUD W	LATITUD N	LONGITUD W	ALTITUD
Canatlán	24° 29' 33"	104° 40.974	24° 29' 33"	104° 40.974	1,945
	24° 01' 37"	104° 35' 21"	24° 01' 37"	104° 35' 21"	1,870
	23° 56' 95"	104° 20' 468"	23° 56' 95"	104° 20' 468"	1,879
	23° 56' 66"	104° 40.839	23° 56' 66"	104° 40.839	1,903
	23° 57' 20"	104° 39.986	23° 57' 20"	104° 39.986	1,887
	23° 57' 20"	104° 39.986	23° 57' 20"	104° 39.986	1,887
	23° 56' 056"	104° 33.891	23° 56' 056"	104° 33.891	1,872
Durango	23° 53' 12"	104° 30.439	23° 53' 12"	104° 30.439	1,914
	23° 57' 20"	104° 39.986	23° 57' 20"	104° 39.986	1,887
	23° 59' 15"	104° 35.269	23° 59' 15"	104° 35.269	1,871
	23° 59' 15"	104° 35.269	23° 59' 15"	104° 35.269	1,871
	23° 59' 15"	104° 35.269	23° 59' 15"	104° 35.269	1,871
	23° 57' 93"	104° 26.435	23° 57' 93"	104° 26.435	1,867
Fresnillo	23° 57' 93"	104° 26.435	23° 57' 93"	104° 26.435	1,867
	23° 35' 14"	103° 16' 54"	23° 35' 14"	103° 16' 54"	2,134
Guadalupe Victoria	24° 28' 04"	104° 04' 45"	24° 28' 04"	104° 04' 45"	1,998
Mezquital	23° 30' 85"	104° 23.480	23° 30' 85"	104° 23.480	1,427
Nombre de Dios	23° 46' 40"	104° 59' 39.8"	23° 46' 40"	104° 59' 39.8"	1,909
	25° 00' 47"	105° 05' 52"	25° 00' 47"	105° 05' 52"	1,970
Nuevo Ideal	25° 00' 47"	105° 05' 52"	25° 00' 47"	105° 05' 52"	1,970
	25° 00' 47"	105° 05' 52"	25° 00' 47"	105° 05' 52"	1,970
Poanas	24° 00' 42"	104° 00.336	24° 00' 42"	104° 00.336	1,950
	24° 00' 33"	104° 16' 08"	24° 00' 33"	104° 16' 08"	1,883
Vicente Guerrero	23° 51' 32"	104° 09' 36"	23° 51' 32"	104° 09' 36"	1,850
	23° 51' 32"	104° 09' 36"	23° 51' 32"	104° 09' 36"	1,850
Sombrerete, Zacatecas	23° 42' 26"	103° 43.715	23° 42' 26"	103° 43.715	2,435

### Trabajo de laboratorio

Para la determinación taxonómica, las arañas fueron separadas y determinadas por claves taxonómicas a nivel de familia y clasificadas por gremios (Uetz *et al.*, 1999). Los especímenes fueron etiquetados y depositados en la Colección Entomológica del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, del Instituto Politécnico Nacional (CIIDIIR - IPN Durango).

### Conservación de los ejemplares

Las arañas depositadas en la Colección Entomológica se prepararon sumergiéndolas para su conservación en solución los ejemplares se mantienen flexibles para su manipulación. Se

observó a cada individuo y se fotografió cada uno de los 126 especímenes.

### Identificación de familias

Los 126 individuos de arañas variaron su estados de desarrollo, de juveniles a adultos, y se agruparon en cinco gremios: acechadoras emboscadoras, cazadoras acechadoras, tejedoras de redes amorfas, tejedoras de redes orbiculares y tejedoras de redes tridimensionales, las cuales fueron subdivididas en 7 familias: Anyphaenidae, Araneidae, Dictynidae, Lycosidae, Salticidae, Tetragnathidae y Thomisidae (Figura 2).

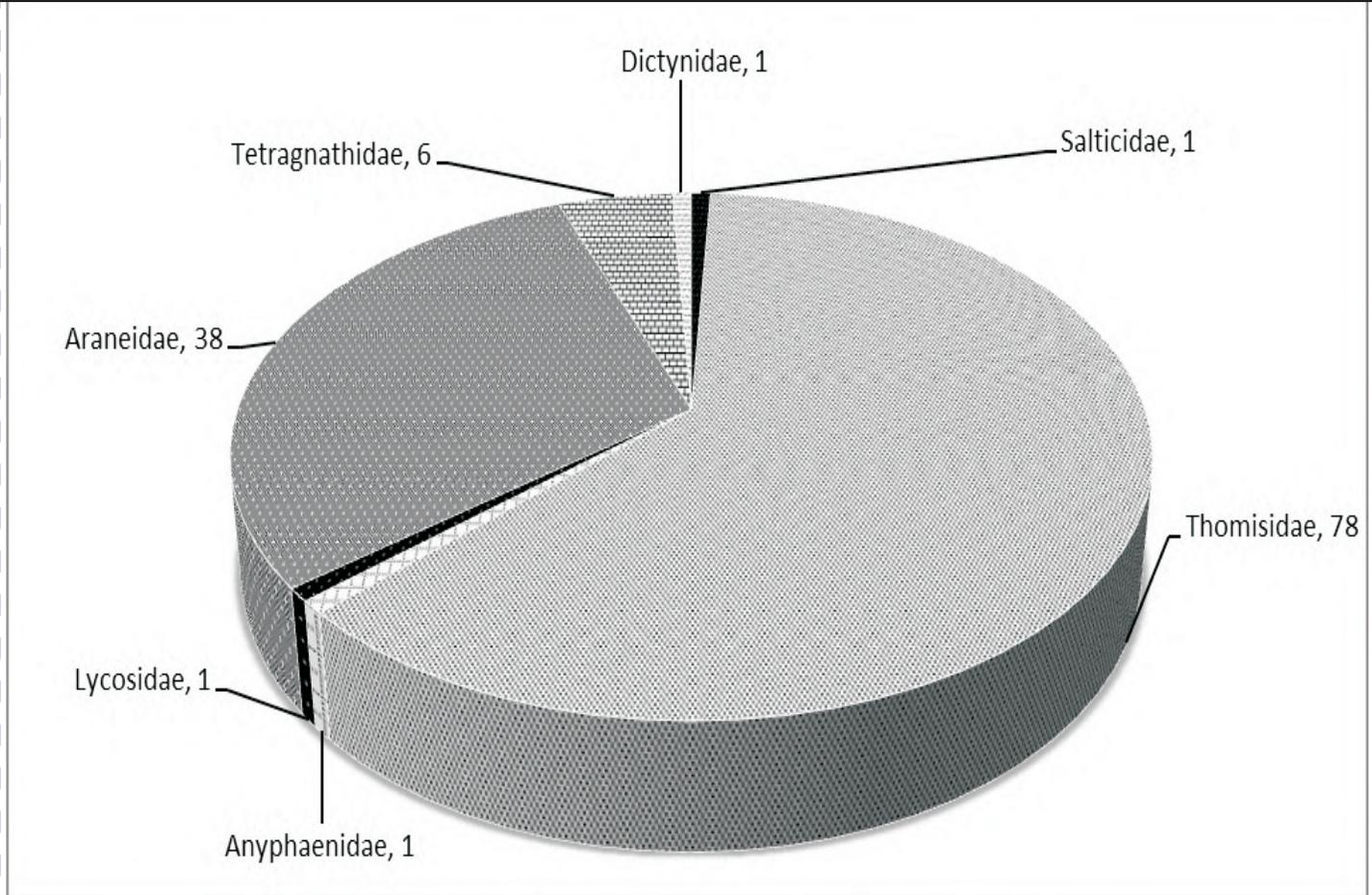


Figura 2. Número de individuos por familias de Arachnidae: Araneae

Las familias más abundantes fueron Thomisidae con 78 y Araneidae con 38 individuos asociados a 7 cultivos y su vegetación de borde. Estos cultivos fueron: *Cucurbita pepo* (Calabaza de castilla, Calabacita de bola), *Phaseolus vulgaris* (Frijol), *Capsicum annum* (Chile Puya, Chile ancho), *Avena*

*sativa* (Avena), *Sorghum vulgare* (Sorgo) y *Brassica oleracea* (Col), y la vegetación de borde compuesta por muchas especies de especies secundarias ó 'malezas', como lo es la especie *Cucurbita foetidissima* ('calabacita hedionda') (Cuadro 2).

Cuadro 2. Gremios ecológicos de la clase Arachnida, del orden Araneae y sus familias capturadas por 50 redeos por tipo de vegetación, en los estados de Durango y Zacatecas, México.

GREMIO ECOLÓGICO	FAMILIA	ALTITUD	NÚMERO DE SITIO	MUNICIPIO	CULTIVO O VEGETACIÓN ASOCIADA	Nº DE INDIVIDUOS
AED	Salticidae	1,998	30	Guadalupe Victoria	Frijol	1
AED	Thomisidae	1,903	101	Durango	Calabaza	7
AED	Thomisidae	1,887	103	Durango	Veg. borde en calabaza de bola	4
AED	Thomisidae	1,887	103	Durango	Calabaza de castilla	3
AED	Thomisidae	1,909	144	Nombre de Dios	Vegetación de borde	3
AED	Thomisidae	1,427	116	Mezquital	Vegetación de borde	6
AED	Thomisidae	1,914	119	Durango	Vegetación de borde	9
AED	Thomisidae	1,850	48	Vicente Guerrero	Veg. borde en chile ancho	1
AED	Thomisidae	1,950	110	Poanas	Chile Puya Verde	1
AED	Thomisidae	1,970	56	Nuevo Ideal	Vegetación de borde en avena	2
AED	Thomisidae	2,134	57	Fresnillo	Vegetación de borde en avena	1



AED	Thomisidae	1,945	170	Canatlán	<i>Cucurbita foetidissima</i>	4
AED	Thomisidae	1,945	170	Canatlán	<i>Cucurbita foetidissima</i>	1
AED	Thomisidae	1,945	170	Canatlán	<i>Cucurbita foetidissima</i>	1
AED	Thomisidae	1,945	170	Canatlán	<i>Cucurbita foetidissima</i>	2
AED	Thomisidae	1,945	170	Canatlán	<i>Cucurbita foetidissima</i>	1
AED	Thomisidae	1,945	170	Canatlán	<i>Cucurbita foetidissima</i>	2
AED	Thomisidae	1,945	170	Canatlán	<i>Cucurbita foetidissima</i>	1
AED	Thomisidae	1,945	170	Canatlán	<i>Cucurbita foetidissima</i>	1
AED	Thomisidae	1,887	103	Durango	Vegetación de borde en col	8
AED	Thomisidae	1,871	98	Durango	Vegetación de borde en sorgo	3
AED	Thomisidae	1,871	98	Durango	Vegetación de borde en sorgo	3
AED	Thomisidae	1,867	92	Durango	Vegetación de borde en sorgo	6
AED	Thomisidae	1,867	92	Durango	Vegetación de borde en sorgo	8
CA	Anyphaenidae	1945	170	Canatlán	<i>Cucurbita foetidissima</i>	1
CA	Lycosidae	1,945	170	Canatlán	<i>Cucurbita foetidissima</i>	1
TRA	Araneidae	1,870	2	Durango	Calabacita de bola	1
TRA	Araneidae	1,879	222	Durango	Calabaza de castilla	6
TRA	Araneidae	2,435	273	Sombrerete, Zac	Vegetación de borde en frijol	12
TRA	Araneidae	1,970	56	Nuevo Ideal	Vegetación de borde	4
TRA	Araneidae	1,872	122	Durango	Vegetación de borde	4
TRA	Araneidae	1,945	170	Canatlán	<i>Cucurbita foetidissima</i>	9
TRA	Araneidae	1,945	170	Canatlán	<i>Cucurbita foetidissima</i>	1
TRA	Araneidae	1,871	98	Durango	Vegetación de borde en sorgo	1
TRO	Tetragnathidae	1,883	49	Vicente Guerrero	Vegetación de borde en frijol	1
TRO	Tetragnathidae	1,945	279	Canatlán	Frijol	1
TRO	Tetragnathidae	1,850	48	Vicente Guerrero	Veg. de borde en chile ancho	2
TRO	Tetragnathidae	1,945	170	Canatlán	<i>Cucurbita foetidissima</i>	1
TRO	Tetragnathidae	1,945	170	Canatlán	<i>Cucurbita foetidissima</i>	1
TRT	Dictynidae	1,945	170	Canatlán	<i>Cucurbita foetidissima</i>	1

AED: Acechadora Emboscadora Diurna

TRA: Tejedora de Redes Amorfas

TRT:Tejedora de Redes Tridimensionales

CA:Cazadora Acechadora

TRO: Tejedora de Redes Orbiculares

### Manejo de datos

Se elaboró una matriz de presencia/ausencia (P/A) (Cuadro 3) respecto al tipo de vegetación y a las familias de Araneae. También se construyó una matriz de abundancia por sitio, teniendo en cuenta la frecuencia de captura de las familias como estimación de la abundancia de cada una, en cada sitio de colecta (Figura 3).

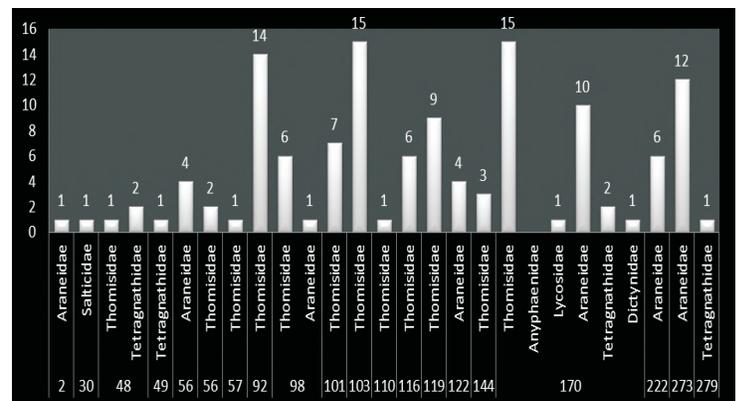


Figura 3. Relación de sitios y presencia de familias de Arachnidae

Para la estimación de la abundancia de familias de Arachnidae se debe tener en cuenta que las arañas presentan diferentes hábitos de caza y construcción de refugios, entre otros. En este sentido, la frecuencia de captura estima de mejor manera la abundancia de la familia en el sitio, y definiéndose como la presencia de una familia  $n$  veces dentro de la vegetación muestreada (Romero y Jaffé, 1989).

De acuerdo con Fisher (1996), el recambio de familias entre las diferentes vegetaciones (diversidad beta) se puede estimar utilizando el índice de similitud de Whittaker ( $b_w$ ) (Magurran, 2004):

$$b_w = (S/a) - 1$$

donde:

S: número de gremios registrados tanto para el cultivo como para su vegetación de borde.

a: número promedio de familias dentro de los sitios muestreados.

Para despejar este índice se utilizó la matriz de presencia/ausencia (Cuadro 3). Este índice permite establecer posibles límites naturales (gremios ecológicos) dentro de los tipos de vegetación muestreados (Magurran, 2004).

El índice de similitud de Whittaker permite establecer si son los límites artificiales (cultivo) o menos intervenidos (vegetación de borde) los que inciden en la presentación de los diferentes gremios ecológicos dentro de un mismo lugar muestreado, el cual les permitirá disponer de las condiciones propias para su sobrevivencia (alimento, vivienda, protección, etc.) (Whittaker, 1972).

Aplicando el índice se obtuvo:

Para cultivos:  $b_w = (5 / 2.73) - 1 = 0.83$

Para vegetación de borde:  $b_w = (5 / 4.23) - 1 = 0.18$

Según este índice si el resultado es menor a 0.5 se establece que no existen las suficientes condiciones para que el desarrollo de los individuos en los hábitats muestreados, mientras que si se aproxima a 1, permite expresar que la asociación entre las familias de arañas presentes, con relación a la vegetación muestreada, presentan una diversidad significativa.

Cuadro 3. Matriz Presencia / Ausencia de gremios ecológicos de Arachnida en cultivos y vegetación de borde

	Anyphaenidae	Araneidae	Dictynidae	Lycosidae	Salticidae	Tetragnathidae	Thomisidae
Calabaza hedionda	1	1	1	1	0	1	1
Calabaza de castilla	0	1	0	0	0	0	1
Calabacita de bola	0	1	0	0	0	0	0
Calabaza	0	1	0	0	0	0	1
Vegetación de borde en calabaza bola	0	1	0	0	0	0	1
Frijol	0	1	0	0	1	1	0
Vegetación de borde en chile ancho	0	0	0	0	0	1	1
Chile Puya Verde	0	0	0	0	0	0	1
Vegetación de borde en avena	0	0	0	0	0	0	1
Vegetación de borde en sorgo	0	0	0	0	0	0	1
Vegetación de borde en col	0	0	0	0	0	0	1



## DISCUSIÓN

Los índices que aquí se revisan han sido propuestos por ecólogos con el propósito de estimar la cantidad de familias de arañas existentes en un cultivo y su vegetación de borde a partir de información parcial, además de comparar biológicamente o evaluar el reparto de recurso hábitat (vegetación de soporte) entre las distintas familias. Estas herramientas metodológicas son utilizadas para el estudio de los organismos similares colectados en una serie de localidades que difieren por sus atributos ambientales (Moreno, 2001). La principal ventaja de los índices es que resumen mucha información en un solo valor y nos permiten hacer comparaciones rápidas y sujetas a comprobación estadística entre la diversidad de hábitats o la diversidad de un mismo hábitat a través del tiempo.

El Índice de Whittaker (1972) describe la diversidad gamma y alfa, condiciones que se pueden medir y monitorear en la vegetación del cultivo y en la vegetación de borde según los efectos de las actividades humanas (Halffter, 1998). Esta forma de analizar la diversidad presente en las plantaciones resulta muy conveniente, ya que en la actualidad hay una acelerada transformación de los ecosistemas naturales. Para poder monitorear el efecto de los cambios en el ambiente es necesario contar con información de la diversidad biológica en comunidades naturales y modificadas (diversidad alfa) y poder conocer su contribución al nivel regional (diversidad gamma).

En la diversidad de familias recolectadas en la vegetación asociada a los cultivos, probablemente hayan incidido factores como la humedad relativa, la luz u otros vinculados con la cobertura vegetal; esta relación general quizás refleje la mayor cantidad y diversidad de nichos disponibles para las arañas en los hábitats más complejos y con menor frecuencia de disturbios (Desender, 1989).

En el presente estudio las familias como Araneidae, Tetragnathidae y Thomisidae, fueron las más abundantes, respecto al número de individuos que estas vegetaciones albergan, mientras que para las familias de Anyphaenidae, Dytinidae, Lycosidae y Salticidae presentaron menor abundancia en cuanto al número de individuos. Sin embargo, los hábitats mencionados permiten la presencia de estas siete familias de arácnidos.

Medir la diversidad biológica es medir la abundancia relativa de cada tipo de vegetación además de permitir identificar aquellas familias que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de familias, en la distribución de la abundancia de las familias o en la dominancia, nos alerta acerca de procesos empobrecedores (Magurran, 1988).

Al comparar las familias de arácnidos dentro de medios

de soporte diferentes, los artificiales creados por la mano humana con otros de parecidas características, se determinó la abundancia del número de familias donde las características son similares. Todos los datos están referidos a la zona de estudio, es decir, que la presencia o ausencia de una determinada familia en cada uno de los sistemas muestreados, no quiere decir que sea un resultado absoluto o que se pueda proyectar a otras zonas similares.

## CONCLUSIONES

Las arañas, como grupo, son susceptibles a un amplio abanico de actividades humanas. Gran cantidad de usos humanos de los recursos naturales disminuyen la abundancia o la diversidad de sus familias. Dentro de las principales causas que ponen en peligro a las arañas varían en función del ecosistema, por ejemplo en nuestro caso, en sistemas agrícolas y su vegetación de borde, en especial este último que muchas veces es eliminado.

No se cuenta con un inventario completo de las familias de una localidad cualquiera y, cuando creemos conocer con precisión relativa las familias de un grupo taxonómico en una región determinada, desconocemos su distribución geográfica y, por tanto, somos a menudo incapaces de decidir si la pobreza en familias de una localidad es o no consecuencia de la ausencia de colectas exhaustivas. Determinar qué factores son exactamente los que inciden en que se presenten o no determinadas familias en el cultivo o en la vegetación de borde, es ambiguo, podría decirse que además de los números de colectas, la competencia que se genera entre las familias de Arachnidae por el alimento y el uso del hábitat no les permite ser más diversas y contar con las suficientes condiciones para que su desarrollo sea el adecuado.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Politécnico Nacional, el apoyo otorgado a los Proyectos SIP-IPN 20080412, 20091258, 20101076 y 20121503, a la PIFI-IPN por la beca tipo B enero-junio 2012, a la COFAA-IPN por las becas académicas, al CONACYT y a los Laboratorios de Fauna y de Entomología, respectivamente, a los productores cooperantes y al Téc. Marcos Piedra Soto, por su apoyo en colectas de campo y trabajo en el laboratorio de entomología CIIDIR-IPN DGO.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barnes, B. V., D. R. Zak, S. R. Denton, S.H. Spurr. 1998. Forest ecology. Wiley & sons. Nueva York.
- Desender, K., M. Alderweireldt, M. Pollet. 1989. Field edges and their importance for polyphagous predatory arthropods. Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent (Belgium) 54: 823-833.
- Fisher, B. L. 1996. Ant diversity patterns along an elevational gradient in the reserve naturelle integrale d'Andringitra, Madagascar. *Fieldiana Zoology* 85: 93-108
- Halffter, G. 1998. A strategy for measuring landscape biodiversity. *Biology International* 36: 3-17.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing Company. United Kingdom.
- Meffe, G. K. and C. R. Carroll. 1994. *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Associates. Massachusetts.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, España. 84 pp. Disponible en internet: <http://www.lacbiosafety.org/wp-content/uploads/2011/09/metodos-para-medir-la-biodiversidad1.pdf> Consulta: 10 de Marzo 2012.
- Nyffeler, M. W., W. L. Sterling, D. Dean. 1994. How spiders make a living. *Environmental Entomology* 23: 1357-1367.
- Romero, H. and K. Jaffé. 1989. A comparison of methods for sampling ants (Hymenoptera, Formicidae) in savannas. *Biotropica* 21: 48-352.
- Scheidler, M. 1990. Influence of habitat structure y vegetation architecture on spiders. *Zoologischer Anzeiger* 5/6: 333-340.
- Silva, D. and J. A. Coddington. 1996. Spiders of Pakitza (Madre de Dios, Peru): species richness and notes in community structure. pp. 253-311. *In*: D. E. Wilson and A. Sandoval (Eds.). *The Biodiversity of Southeastern Perú*. Smithsonian Institution.
- Turnbull, A. L. 1973. Ecology of the true spiders (Araneomorphae). *Annual Review of Entomology* 18: 305-348.
- Uetz, G. W., J. Halaj, A. B. Cady. 1999. Pitfall trapping in ecological studies of wandering spider. *Journal of Arachnology* 27: 270-280.
- Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21: 21-251.



## EFFECTO DE FORMACIÓN ENDOMICORRIZA VESICULO ARBUSCULAR EN EL CRECIMIENTO DE PLANTULAS DE *Agave victoriae-reginae* T. Moore.

Manuel Quintos Escalante<sup>1</sup>; Héctor Montaña Rodríguez<sup>2</sup>; Amanda Jaramillo Santos<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional CIIDIR Unidad Durango. Instituto Politécnico Nacional  
Sigma 119, Fraccionamiento 20 de Noviembre II, Durango, Dgo. CP 34220

<sup>2</sup>Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna División de Carreras Agronómicas.

### RESUMEN

La Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore), planta endémica que se encuentra en peligro de extinción, tiene importancia comercial por ser una especie ornamental, al igual que muchas otras especies de *Agave*. Las micorrizas juegan un papel importante en la fisiología de las plantas porque aumentan la capacidad para absorber nutrientes y mejoran la nutrición de las plantas en suelos de baja fertilidad. El presente trabajo se realizó con el fin de evaluar el desarrollo de plantas de Noa inoculadas con diferentes tipos de endomicorrizas (endomicorriza nativa, endomicorriza comercial y un testigo). El tratamiento con micorriza comercial fue el que dio mejor resultado en cuanto a las variables ancho de la hoja, dosel de la planta, número de hojas, peso fresco de la raíz, peso fresco del tallo, y peso seco del tallo. La longitud de la hoja y el peso seco de la raíz se vieron estimulados por la endomicorriza nativa y la comercial.

**PALABRAS CLAVE:** endomicorriza, *Agave victoriae-reginae*

### ABSTRACT

The Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore), endemic plant that is in danger of extinction, has commercial importance for being an ornamental, like many other species of *Agave*. Mycorrhizae play an important role in the physiology of plants because they increase the ability to absorb nutrients and improve plant nutrition in soils of low fertility. This study was performed to evaluate the development of Noa plants inoculated with different types endomycorrhizae (endomycorrhiza native commercial endomycorrhiza and a witness). Mycorrhizal treatment which gave commercial was better result as to the width of the sheet variables, the plant canopy, leaf number, fresh weight of root, stem fresh weight and dry weight of the stem. The length of the leaf and root dry weight were stimulated by the native and commercial endomycorrhiza.

**KEY WORDS:** endomicorriza, *Agave victoriae-reginae*

### INTRODUCCIÓN

En México y en todo el mundo, la explotación de los recursos naturales se ha visto en aumento debido principalmente a la explosión demográfica y a las políticas económicas que alientan el consumo desmedido de los recursos.

Uno de los más graves problemas ambientales a nivel global, derivado del desarrollo de las sociedades modernas, es la pérdida de la diversidad biológica. Año con año, un número determinado de especies desaparecen de la faz de la tierra, perdiéndose irreversiblemente parte de nuestra herencia biológica acumulada a lo largo de miles de años de evolución. En las plantas contempladas en la lista de especies amenazadas, en peligro de extinción y sujetas a protección especial de la NOM-059-SEMARNAT-2001 (SEMARNAT, 2002) con distribución en Coahuila, se encuentran principalmente especies de Agavaceae, familia a la que pertenece el género *Agave*, el cual es el más importante de la familia. Dentro de los agaves, la Noa (*Agave victoriae-reginae*) está considerada como una especie endémica que se encuentra en peligro de extinción (Alanis et. al, 2004), y tiene un gran interés comercial por ser una especie ornamental, al igual que muchas otras amenazadas por la irracionalidad del hombre



(Eguiarte et al., 1999).

Las micorrizas arbusculares (MA) pueden ser una opción para acelerar el crecimiento de la Noa, ya que son asociaciones ecológicamente mutualistas entre el hongo *Phyllum glomeromycota* y un gran número de especies de plantas. Las plantas que poseen micorrizas, pueden absorber nutrientes de su ambiente con más eficiencia que las que no las poseen. Esta mejora se debe a la mayor superficie que proporciona el micelio. El efecto beneficioso que se obtiene del hongo micorrízico se observa mejor en suelos de baja fertilidad. El fósforo es uno de los nutrientes que las micorrizas arbusculares transportan a través de sus hifas hacia las plantas (Lovera y Cuenca, 2007; Borie et al. 2008; Borie et al., 2000; Joner y Johansen, 2000)

El presente trabajo se realizó con el fin de evaluar el desarrollo de la Noa inoculadas con diferentes tipos de endomicorrizas (endomicorriza nativa, endomicorriza comercial, y un testigo).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se efectuó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, ubicada dentro del municipio de Torreón, Coahuila, en un vivero situado a una altitud de 1100 msnm y dentro de las coordenadas geográficas 25° 32' 51" latitud Norte y 103° 26' 53" longitud oeste, con clima seco desértico con lluvias en verano, precipitación media anual de 230 mm, temperatura media anual de 19 a 22°C según Koppen. Los suelos presentes en la región son de una estructura subangular, textura media, color café gris seco o café claro, con pH de 7.9, considerados en la clasificación textural como franco.

### Material biológico

Se utilizaron 180 plantas de *Agave victoriae-reginae* de 10 meses de desarrollo.

### Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con 3 tratamientos: T1 Micorriza nativa, T2 Micorriza comercial, y un testigo T3 agua corriente, con 4 repeticiones, cada uno de los tratamientos con 15 plantas por repetición. Las variables

evaluadas fueron las siguientes:

- Longitud de la hoja. Se seleccionaron las tres últimas hojas brotadas de cada planta de todos los tratamientos y se midió su longitud.
- Ancho de la hoja. Se seleccionaron las tres últimas hojas de cada planta y se midió el ancho.
- Dosel de la planta.
- Numero de hojas.

El tratamiento 1 se preparo con micorriza nativa, 100 esporas de hongos micorrízicos nativos. Tratamiento 2, con micorriza comercial, 100 esporas del producto comercial "PlantHealth Care Hortic Plus". El tratamiento 3 (testigo) consistió de agua corriente. Cada unidad experimental (un total de 180) consistió de vasos de plástico de 500 ml con sustrato de peatmoss<sup>®</sup>, conteniendo una plántula de *Agave victoriae-reginae* de 10 meses de desarrollo. Los riegos se realizaron 2 veces por semana para todos los tratamientos. La evaluación se realizo a los 8 meses después de la aplicación de los tratamientos. La evaluación de la micorrización se hizo de acuerdo a Sieverding (1991).

El análisis estadístico se realizó con el programa SAS (Barr, 1989), para un diseño estadístico de bloques al azar con 4 repeticiones.

## RESULTADOS

Para la variable longitud de la hoja no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, contrario a los valores encontrados para ancho de la hoja y dosel, en los que las diferencias entre tratamientos fueron significativas. El tratamiento 2, que utilizó micorriza comercial, fue el que presento mayor diferencia entre tratamientos y entre repeticiones (Tabla 1).

La diferencia en el número de hojas entre los tres tratamientos fue significativa (Tabla 1). Para esta variable las repeticiones mostraron alta significancia lo que nos muestra que presentó una gran diferencia entre las repeticiones utilizadas.

Tabla 1. Efecto de la formación de micorriza sobre el crecimiento de *Agave victoriae reginae* a los ocho meses después de haber recibido los tratamientos.

Tratamiento	Longitud de la hoja (cm)	Ancho de la hoja (cm)	Dosel de la planta (cm)	Número de hojas	% Micorriza
Micorriza nativa	1.47 a	0.63 a	2.11 a	6.70 a	75
Micorriza comercial	1.47 a	0.75 a	2.81 a	7.73 b	10
Testigo	1.41 a	0.42 b	2.17 b	6.80 a	0

Los valores representan la media de 60 repeticiones. Letras diferentes dentro de la misma columna indican diferencias significativas (Tukey  $\alpha=0.05$ )

## DISCUSIÓN

La biomasa de las plantas aumentó por la formación de esporas micorrizas, en comparación al tratamiento sin la adición de hongos micorrízicos, tal como reporta Caballar (2009), quien relacionó el alto potencial micorrízico con el desarrollo de plantas de agaves presentes en zonas semiáridas de Oaxaca.

El beneficio en crecimiento por la adición de cepas nativas ya que además de esporas, el producto comercial contenía: bacterias benéficas 8500 UFC/g, ácidos húmicos 7.88%, fósforo ( $P_2O_5$ ), 10.53%, cenizas 47.39%, nitrógeno total 0.74%. Gryndler (2000) reportó un incremento en el crecimiento arbuscular en presencia de cepas nativas y mejoramiento del suelo con residuos vegetales ricos en nitrógeno y fósforo.

La inducción de formación de micorriza por cualquiera de los tratamientos evaluados en el presente estudio mejoró comerciales fue mejor que el otorgado por la adición de cepas desarrollo de las plantas en comparación con la forma tradicional de producción de planta de agave. Las esporas nativas de hongos micorrízicos mostraron tener mejor capacidad de colonizar las raíces de las plantas de agave, como lo indica el valor de la proporción de micorrizas encontrado, el cual fue mayor con la cepa nativa (75%) que con la comercial (10%) (Tabla 1).

## CONCLUSIONES

La calidad de las plantas de *Agave victoriae-reginae* inoculadas con esporas de hongos micorrízicos se mejoró por la adición de las esporas comerciales en comparación a la adición de cepas de hongos nativos, aunque estas esporas de hongos nativos mejoran el desarrollo de la planta en comparación con la forma tradicional de producción. El uso de micorriza favorece el aumento de biomasa o crecimiento de las plantas, el desarrollo de la raíz, y la nutrición de las plantas. Se recomienda la aplicación de esporas de hongos micorrízicos en los sistemas de producción de plantas de agave

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alanis, G. J., C. G. Velazco, R. Foroughbakhch, V. Valdez, M. A. Alvarado. 2004. Diversidad Florística de Nuevo León: Especies en categoría de riesgo. *Ciencia UANL* 8: 2009-218.
- Barr, A. J. 1989. *Statistical Analysis Systems*. SAS. Carolina del Norte, USA.
- Borie, F. R., R. Rubio, A. Morales. 2008. Hongos micorrízicos arbusculares y agregación de suelo. *Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal* 8: 9-18.
- Borie, F. R., R. Rubio, A. Morales. 2000. Relación entre densidad de hifas de hongos micorrizógenos arbusculares y producción de glomalina con las características físicas y químicas de suelos bajo cero labranza. *Revista Chilena*

*de Historia Natural* 73:749-756.

- Caballar, H. S. 2009. Variación temporal de la diversidad de hongos de micorriza arbuscular y el potencial micorrízico en especies de *Agave* en Oaxaca. Tesis de posgrado. CIIDIR-IPN-Oaxaca.
- Eguiarte L. E., J. Larson-Guerra, J. Nuñez-Farfan, A. Martínez-Palacios, K. S. Prado, H. T. Arita. 1999. Diversidad filogenética y conservación: ejemplos a diferentes escalas y una propuesta a nivel poblacional para *Agave victoriae-reginae* en el desierto de Chihuahua, México. *Revista Chilena de Historia Natural* 72: 475-491.
- Gryndler, M. 2000. Interactions of arbuscular mycorrhizal fungi with other soil organisms. En: *Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function* (Eds: Kapulnik, Y., D.D. Douds). Kluwer Academic Publishers. London, pp. 239-262.
- Joner E. J., A. Johansen. 2000. Phosphatase activity of external hyphae of two arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycological Research* 104: 81-86.
- Lovera, M., G. Cuenca. 2007. Diversidad de hongos micorrízicos arbusculares (hma) y potencial micorrízico del suelo de una sabana natural y una sabana perturbada de la gran sabana. *Interciencia* 32:2, 108-114.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo., Diario Oficial de la Federación: 85.
- Sieverding, E. 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems. *Desutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenabeit*. Bremer, Germany.

## EMPLEO DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR PARA LA IDENTIFICACIÓN DE CEPAS PATÓGENAS DE *Vibrio cholera*

Alicia Herrera Benavides<sup>1</sup>, Norma Almaraz Abarca<sup>1</sup>, Manuel Quintos Escalante<sup>1</sup>, Maricela Esteban Méndez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. U. Durango. Sigma 119, Frac. 20 de noviembre II, Durango, Dgo. CP 34220  
qfb.aliciaherrera@hotmail.com

### RESUMEN

El presente estudio surgió después de detectarse la incidencia de *Vibrio cholerae* NO-O1 mediante la técnica de hisopo de Moore de el drenaje del municipio de Durango, por lo que fue necesario implementar una técnica rápida que nos permitiera diferenciar cepas patógenas de *Vibrio cholerae* de aquellas que no representaban un riesgo para la población, y determinar si las cepas tenían potencial patogénico. Mediante la técnica de la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) se evaluaron muestras para buscar una secuencia del gen que codifica para la subunidad A de la toxina colérica (*ctxA*), que si está presente es indicativa de patogenicidad. La técnica de PCR permitió distinguir entre las cepas virulentas y las no virulentas. Las cepas aisladas del drenaje del municipio de Durango no presentaron el gen de la toxina colérica.

**PALABRAS CLAVE:** *Vibrio cholera*, toxina colérica, *ctxA*

### ABSTRACT

The present study detected arose after the incidence of *Vibrio cholerae* NO-O1 in the town of Durango drainage technique using Moore swab. So it was necessary to implement a rapid technique that allowed us to differentiate pathogenic strains of *Vibrio cholerae* from those did not represent a risk to the population, and to determine if the strains were pathogenic potential. As determined by technique Polymerase Chain Reaction (PCR) the gene encoding the A subunit of cholera toxin (*ctxA*).

**KEY WORDS:** *Vibrio cholera*, cholera toxin, *ctxA*

### INTRODUCCIÓN

La organización mundial de la salud (OMS) define el cólera como una infección intestinal aguda causada por la ingestión de agua o alimentos contaminados por la bacteria *Vibrio cholerae*, esta bacteria produce una enterotoxina que causa una diarrea abundante, indolora y acuosa que puede producir con rapidez una deshidratación grave o la muerte si no es tratada oportunamente. Esta enfermedad continúa siendo una amenaza de salud pública para los países con bajo grado de desarrollo social (OMS, 2012).

El último brote de cólera en México se presentó en el periodo comprendido de 1991 al 2001, este brote afectó a prácticamente todos los Estados de la República Mexicana y se registraron más de 45 mil casos y más de 500 defunciones (SSA, 2008). Después de esta fecha únicamente se reportó a la OMS un caso aislado en el 2008 y otro en el 2010 (SSA, 2008; OMS, 2009; OMS, 2011).

En el estado de Durango, durante el brote de 1991-2001, se presentaron casos en dos años de este periodo (SSA, 2001).

*Vibrio cholerae* es el agente etiológico del cólera epidémico y pandémico humano, se clasifica con base en su antígeno somático O, actualmente se conocen 198 serogrupos. Cada serogrupos se define por su suero monoespecífico; *Vibrio cholerae* O1 se define con este nombre ya que aglutina con el suero O1, mientras que los otros 198 restantes serogrupos se les denomina genéricamente como NO-O1 (Koneman et al., 2001; SSA, 2001).

Con base en sus características fenotípicas, propiedades metabólicas,

susceptibilidad a bacteriófagos y a antimicrobianos, *Vibrio cholerae* O1 se divide en dos biotipos: Clásico y El Tor, estos biotipos se dividen de acuerdo a diversos antígenos somáticos en tres biotipos: Inaba, Ogawa e Hikojima (SSA, 2001).

El cólera es una enfermedad que no es producida por la invasión tisular del microorganismo, sino a través de la producción de la toxina que irrumpe en el intercambio intestinal normal del agua y electrolitos (Koneman et al., 2001).

La infección por *Vibrio cholerae* es adquirida por la ingestión de agua o alimentos contaminados consumidos crudos o insuficientemente cocidos. La posibilidad de que se desencadene un brote de cólera en una región dada depende de varios factores: el número de individuos susceptibles, la exposición a aguas cloacales o aguas no tratadas y alimentos contaminados, y la presencia de un reservorio acuático de *Vibrio cholerae* (Caffer et al., 2007). El ser humano es un huésped incidental y transitorio pero es quien disemina la bacteria hacia las fuentes de agua y alimentos (SSA, 2001), los *Vibrios* se desarrollan como células de vida libre en los reservorios de estuarios marinos. Mejorar las condiciones sanitarias puede hacer posible un control eficaz de la enfermedad (Murray et al., 2006).

El genoma de *Vibrio cholerae* contiene 3885 marcos de lectura abiertos distribuidos en dos cromosomas circulares, el cromosoma 1 (2.96 millones de pares de bases) y el cromosoma 2 (1.07 millones de pares de bases). El primer cromosoma contiene genes para funciones celulares esenciales como la replicación del ADN, la transcripción y la síntesis de proteínas, además de contener la mayoría de los genes de virulencia como el gen de la toxina del cólera que está localizado en el fago CTX integrado en este cromosoma. El segundo cromosoma también contiene genes esenciales como genes de proteínas ribosomales y genes de transporte (Prescott et al., 2002).

La enterotoxina colérica está codificada por dos genes, *ctxA* y *ctxB* y su expresión está controlada por una proteína codificada por el gen *toxR* (Madigan et al., 2003). Los genes que codifican la Toxina Colérica forman parte del elemento genético CTX, el cual consiste por lo menos de seis genes que integran la región central (*ctxA*, *ctxB*, *zot*, *ace*, *cap* y *orfU*) (Eslava et al., 2007).

La toxina colérica es una enterotoxina de tipo A-B y está constituida por un componente A de 27,200 Da y por cinco subunidades B, cada una de 11,600 Da, la subunidad B contiene el sitio de unión a través del cual la toxina colérica se combina específicamente con el gangliósido GM1 en la membrana citoplasmática epitelial, la acción tóxica corresponde a la cadena A que activa la enzima celular adenilato ciclasa que transforma el ATP en AMP cíclico (cAMP), el aumento en los niveles de cAMP lleva consigo la secreción activa en el intestino de iones cloruro y

bicarbonato procedentes de las células mucosas que van al lumen del intestino. Este cambio en el equilibrio iónico origina la secreción de grandes cantidades de agua, la intensidad de la pérdida acuosa en el intestino delgado es mayor que la reabsorción del agua en el intestino grueso (Fernández, 2008; Madigan et al., 2003).

En este trabajo se presentan los resultados de la implementación de la detección por PCR de una secuencia de patogenicidad de *V. cholerae* en cepas aisladas del drenaje del municipio de Durango, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Controles

Se estudió una cepa de *Vibrio cholerae* NO-O1 proporcionada por el Laboratorio Estatal de Salud Pública e identificada y serotipificada por el Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos (InDRE). Como control positivo para el presente estudio se utilizó una cepa toxigénica de *Vibrio cholerae* Ogawa proporcionada por el Laboratorio de Microbiología Sanitaria de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas.

El medio de cultivo utilizado para la siembra de las cepas de *Vibrio cholerae* fue agar selectivo *Tiosulfato-Citrato-Bilis-Sacarosa* (TCBS). Las cepas se incubaron durante 24 h a 35-37°C.

### Extracción de ADN Genómico de *Vibrio cholerae*

Para la extracción rápida de ADN de las cepas de *Vibrio cholerae* NO-O1, se tomaron a partir de los aislamientos en placa de TCBS de 10-12 colonias, las cuales se suspendieron en un microtubo con 500 µl de agua bidestilada estéril. Estas suspensiones se incubaron en baño maría a 100°C durante 10 minutos. Se dejaron enfriar y se realizó una centrifugación a 10,000 rpm durante 5 minutos para precipitar los restos celulares. El sobrenadante, conteniendo el ADN, se transfirió a un nuevo microtubo. Ese ADN se utilizó como ADN molde en la reacción de PCR. Esta técnica de extracción se basó en el protocolo descrito por Caffer et al. (2007).

### Concentración y pureza de ácidos nucleicos.

Se analizaron en el espectrofotómetro las muestras de ADN extraídas para determinar su concentración utilizando 5 µl de ADN diluido en 495 µl de agua bidestilada estéril y se calcularon los valores de absorbancias a 260 y 280nm. La concentración de ADN se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula

$$(\text{Abs}_{260\text{nm}}) (\text{Factor de dilución}) (50\mu\text{g/ml}) = \mu\text{g/ml AND}$$

*Vibrio cholerae* se realizó por PCR de acuerdo al protocolo publicado por Caffer et al. (2007). La reacción se realizó en un volumen final de 25  $\mu$ l con los reactivos descritos en la Tabla 1. La mezcla de reacción fue distribuida en tubos de PCR

Tabla 1. PCR Simple / *ctxA*

Reactivos	Volumen ( $\mu$ l)	Concentración
H <sub>2</sub> O	13.735	
Buffer de enzima	5	5X
Cl <sub>2</sub> Mg 50mM	1.5	25 mM
dNTP Nucleótidos Mix (dATP, dCTP, dGTP y dTTP)	0.5	10 mM
CT94F (5'-CGCGCAGATTCTAGACCTCCTG-3')	1.04	0.4 $\mu$ M
CT614R (5'-CGATGATCTTGGAGCATTCCAC-3')	1.1	0.4 $\mu$ M
Go Taq ADN Polimerasa	0.125	5 U/ $\mu$ l
ADN molde	2	
Volumen Final ( $\mu$ l)	25	

con 23  $\mu$ l y se agregó a cada uno de los tubos 2  $\mu$ l del ADN molde. Como control interno del experimento se utilizó la mezcla de reacción sin ADN molde, en su lugar se le agregaron 2  $\mu$ l de agua bidestilada estéril.

La reacción de PCR se realizó en un termociclador marca Techne, bajo las condiciones de ciclado descritas en la Tabla 2. Este protocolo se realizó para la cepa problema de *Vibrio cholerae* NO-O1 y para la cepa toxigénica utilizada como control positivo *Vibrio cholerae* Ogawa (*ctxAB*+).

Tabla 2. Condiciones de ciclado

	Temperatura	Tiempo	
Etapa 1	94 °C	2 min	} 30 ciclos
Etapa 2	94 °C	45 seg	
Etapa 3	60 °C	45 seg	
Etapa 4	72 °C	45 seg	
Etapa 5	72 °C	10 min	
Etapa 6	14 °C		

### Electroforesis en gel de agarosa

Los productos de la PCR se separaron por electroforesis en geles de agarosa al 2%, con regulador TAE (Tris-acetato-EDTA) 1X. Los loci amplificados se visualizaron con Syber Green. El marcador de tamaño molecular empleado fue Bench Top, que presenta secuencias de 100 a 1500 pb. La corrida electroforética se desarrolló a voltaje constante (60 V). Los patrones de bandas generadas se visualizaron en un transiluminador de luz UV.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de la concentración y pureza de las muestras de ADN genómico bacteriano utilizadas como moldes en la reacción de PCR, así como las absorbancias leídas en el espectrofotómetro a 260nm y 280nm de cada una de las muestras analizadas se muestran en la Tabla 3, en la que se observa que los valores de  $A_{260}/A_{280}$  indican la inexistencia de proteínas en exceso.

Se analizó la cepa de *Vibrio cholerae* NO-O1 aislada en drenajes del municipio de Durango, para determinar la presencia del gen que codifica para la subunidad A de la Toxina Colérica (*ctxA*) por la técnica de PCR estándar, basada en los protocolos descritos por Caffer et al. (2007). La banda

correspondiente a una secuencia del gen *ctxA*, de aproximadamente 564 pb, no se encontró en las cepas problema de *Vibrio cholerae* NO-O1. En cambio, se observó una banda bien definida, de aproximadamente 564 pb, en la cepa toxigénica utilizada como control positivo de *Vibrio cholerae* Ogawa (*ctxAB*+). (Figura 1, carriles 6-7). Los controles internos utilizados no revelaron la presencia de ningún tipo de amplificación, con lo que quedó corroborada la especificidad de la técnica.

Tabla 3: Pureza y concentración del ADN de dos cepas de *V. cholerae*

Cepa	$A_{260nm}/A_{280nm}$	Concentración ( $\mu$ g/mL)
<i>Vibrio cholerae</i> NO-01	1.9	662.5
<i>Vibrio cholerae</i> Ogawa	2.1	187.5

Los resultados obtenidos indican que el gen *ctxA* no estuvo presente en el genoma de la cepa problema *Vibrio cholerae* NO-O1 aislada en el municipio de Durango. Este resultado coincide con los resultados obtenidos en otros estudios, que indican que la mayoría de las cepas de *Vibrio cholerae* NO-O1, NO-O139 no poseen el gen codificante de la subunidad A de la enterotoxina del cólera (*ctxA*) (Briseño et al., 2009). Sin embargo existen hallazgos de genes *ctxA* en cepas NO-O1 ambientales (Eslava et al., 2007)

En estudios realizados a cepas de *Vibrio cholerae* NO-O1, NO-O139 aisladas de la bahía de Newport California se encontró que el 17% presentaban el gen de la toxina colérica (*ctxA*), lo que sugiere que *ctxA* es frecuente (Jiang et al., 2003). De acuerdo a datos publicado por González et al. (2009), en un estudio realizado de aislados de *Vibrio cholerae* NO-O1 en Argentina, ninguno presentó el gen que codifica para la toxina colérica *ctxA*, excepto una cepa caracterizada como *Vibrio cholerae* NO-O1, NO-O139. Así mismo resultados obtenidos del trabajo de Viñas (2004) revelan que el 88% de los aislamientos analizados de *Vibrio cholerae* NO-O1, NO-O139 en su estudio fueron *ctxA*-. Debido a que existe cierta probabilidad de que cepas de *V. cholerae*, usualmente no patógenas, posean el gen de la toxina colérica, como lo demostraron los trabajos de Jiang et al. (2003), González et al. (2009), y Viñas et al. (2004), la detección del gen de esa toxina en cepas NO-O1, NO-O139 se vuelve una práctica importante de salud pública.

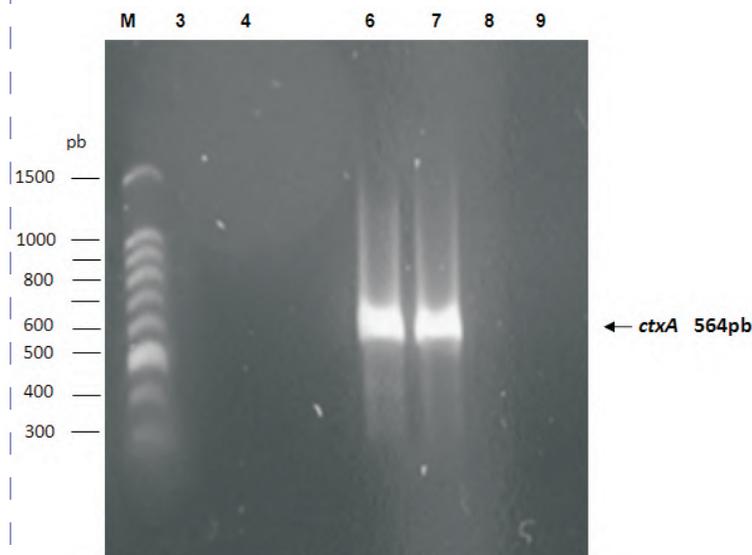


Figura 1. Productos de amplificación del gen *ctxA* en *Vibrio cholerae*. M: Marcador de tamaño molecular. Carriles 3-4: aislado de *Vibrio cholerae* NO-O1 en Durango. Carril 6-7: Control positivo *Vibrio cholerae* toxigénica. Carriles 8 y 9: control interno

Es necesario destacar la importancia de continuar con los programas de vigilancia para *Vibrio cholerae* en el Estado de Durango, ya que algunas cepas NO-O1, NO-O139 poseen patogenicidad y han causado brotes o casos esporádicos de gastroenteritis o infecciones extra intestinales en humanos (Briseño et al., 2009). Además algunos cuadros esporádicos de diarreas han sido asociados a estos serotipos aun en cepas que no presentan el gen que codifica para la toxina colérica (*ctxA*) en

su genoma (González et al., 2009; Viñas, 2004). El protocolo evaluado de PCR para *Vibrio cholerae* puede ayudar en un futuro a conocer los perfiles de virulencia de nuevas cepas en Durango. Este trabajo constituyó el primer estudio de caracterización de *Vibrio cholerae* NO-O1 en Durango utilizando la técnica de PCR.

## CONCLUSIONES

Los cambios climáticos ambientales cada vez es más frecuentes, la presencia de temperatura altas, además de temporales erráticos, que ocasionan inundaciones y desbordes de cauces de ríos, pueden favorecer la incidencia de *Vibrio cholerae* toxigénico. Además, las nuevas vialidades, como la carretera Durango-Mazatlán, que permite realizar ese recorrido en tres horas, acercaran a la población de Durango a posibles portadores de la enfermedad. Por esas razones el estado de Durango debe contar con técnicas rápidas y sensibles, como la de PCR, que permita detectar la patogenicidad de las cepas de *V. cholerae* encontradas en esa entidad.

Actualmente, La Central de Instrumentación y el Laboratorio de Biotecnología del CIIDIR IPN DGO han estandarizado un método de PCR, rápido y preciso, que permite detectar la presencia de genes que codifican la producción de la toxina colérica.

La cepa de *Vibrio cholerae* NO-O1 que se aisló del drenaje del municipio de Durango no presentó el gen que codifica para la subunidad A de la toxina colérica (*ctxA*). Sin embargo, la investigación de la toxina colérica en aislados ambientales es necesaria ya que constituye un riesgo para la salud pública.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Briseño, I., C. Puebla, F. Guerra, D. Jensen, H. Núñez, M. T. Ulloa, C. G. Osorio. 2009. Septicemia fetal causada por *Vibrio cholerae* NO-O1, NO-O139 hemolítico en Chile, Caso clínico. *Revista Médica de Chile* 9: 1193-1196.
- Brusés, B. L., H. Lucero, M. V. Aguirre, J. O. Gorodner. 2000. Comparación de técnicas de extracción de DNA para la detección de *Trypanosoma cruzi* mediante la técnica de PCR. *Comunicaciones Científicas y tecnológicas*, Universidad Nacional del Nordeste. Argentina.
- Caffer, M. I., R. Terrago, R. González, M. R. Viñas, M. Pichel. 2007. Manual de procedimientos, aislamiento, identificación y caracterización de *Vibrio cholerae*. Organización Panamericana de la Salud (OPS).
- Eslava, C. A., I. Rosas, M. Solano, G. Delgado, M. Ramírez, J. M. Villaseca, A. Cravioto. 2007. *Vibrio cholerae*: bacteria ambiental con diferentes tipos de vida. Instituto Nacional de Ecología (SEMARNAT) [en línea]. México [citado: 16 de agosto del 2010]. Disponible en Internet: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/440/ca p2.html>
- Fernández, E. 2008. Microbiología e inocuidad de los alimentos. Universidad Autónoma de Querétaro. México.
- González, S., A. Villagra, M. Pichel, S. Figueroa, G. Merletti, M. I. Caffer, M. C. Del Castillo, N. Binsztein. 2009. Caracterización de aislamientos de *Vibrio cholerae* NO-O1, NO-O139 asociados a cuadros de diarrea. *Revista Argentina de Microbiología* 41: 11-19.
- Jiang, S., W. Chu, W. Fu. 2003. Prevalence of cholera toxin genes (*ctxA* and *zot*) among NO-O1/O139 *Vibrio cholerae* strains from Newport Bay, California. *Applied and Environmental Microbiology* 69: 7541-7544.
- Nacional de Enfermedades Infecciosas-ANLIS "Carlos G. Malbrán". Departamento Bacteriología. Servicio Enterobacterias. Argentina.
- Koneman, E. W., S. D. Allen, W. M. Janda, P. C. Schreckenberger, W. C. Winn. 2001. Diagnóstico Microbiológico. Editorial Médica Panamericana. Madrid.
- Madigan, M. T., J. M. Martinko, J. Parker. 2003. *Biología de los microorganismos*. Editorial Prentice Hall. Madrid.
- Murray, P. R., K. S. Rosenthal, M. A. Pfaller. 2006. *Microbiología médica*. Elsevier. Madrid.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2009. Weekly epidemiological record, No.31 [en línea]. Suiza: OMS, 2009, [citado: 04 de Agosto del 2012]. Disponible en Internet: <http://www.who.int/wer/2009/wer8431.pdf>
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2011. Weekly epidemiological record, No.31 [en línea]. Suiza: OMS, 2011, [citado: 04 de Agosto del 2012]. Disponible en Internet: <http://www.who.int/wer/2011/wer8631.pdf>
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2012. Cólera [en línea]. OMS, 2012, [citado: 4 de Agosto del 2012]. Disponible en Internet: <http://www.who.int/topics/cholera/about/es/index.html>
- Prescott, L. M., J. P. Harley, D. A. Klein. 2002. *Microbiología*. MacGraw Hill. México.
- SSA (Secretaría de Salud). 2001. Manual para la vigilancia epidemiológica del cólera en México. SSA. México.
- SSA (Secretaría de Salud). 2008. Programa de acción específico 2007-2012 Cólera. SSA. México.
- Viña, M. R. 2004. *Vibrio cholerae* NO-O1 asociado a diarreas: factores de virulencia y diversidad genética de un patógeno emergente en Latinoamérica. Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas-ANLIS "Carlos G. Malbrán". Departamento Bacteriología. Servicio Enterobacterias. Argentina.



## ALGUNAS CONSIDERACIONES DEL MEZCAL EN EL MUNICIPIO DE NOMBRE DE DIOS, DURANGO, MÉXICO.

Aurelio Colmenero-Robles, Imelda Rosas-Medina, Enrique Vázquez-Sánchez.

Secretaría de Investigación y Posgrado, IPN. Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Colonia La Escalera. Delegación Gustavo A. Madero. México, D.F.

### RESUMEN

La fabricación de mezcal a partir de varias especies de *Agave* es una actividad cultural y económica que se desarrolla en más de diez estados de la República Mexicana. El presente estudio tuvo como objetivo conocer los niveles de las modalidades de producción de mezcal y las distintas alternativas de comercialización de esta bebida por parte de los productores del municipio de Nombre de Dios, Durango, México. El estudio se realizó en tres fases, la primera consistió en la selección de las unidades productoras rústicas o artesanales y las tecnificadas para la producción de mezcal, en la segunda fase se efectuaron entrevistas directas y encuestas a los productores, y la tercera se relacionó con el estatus de la materia prima y sus alternativas de sustentabilidad. La arraigada tradición artesanal en la fabricación del mezcal impacta en la estandarización de la calidad y cantidad del mezcal producido y los bajos ingresos por la venta ya que en la mayoría de los casos no cuenta con la certificación requerida.

**PALABRAS CLAVE:** mezcal, producción, alternativas de comercialización

### ABSTRACT

The fabrication of mezcal from many species of *Agave*, is a cultural and economic activity that is developed in more 10 states of the Mexican Republic, The objective was to determine the modalities of mezcal production and marketing ways this beverage, by the producers of the the municipality of Nombre de Dios. This study was conducted in three phases, the first was the location and selection of rustic or artisanal production units and technologically, for the production of mezcal. In the second phase, direct interviews and surveys to producers and the third was related to the status of raw materials and sustainable alternatives. The strong tradition of craftsmanship in making mezcal affects the quantity and quality for lack of a policy of standardization and product certification according to the norm of mezcal Regulatory Council for price improvement and consequently the income of producers and resource sustainability of agave.

**KEYWORDS:** mezcal, production, marketing alternatives

### INTRODUCCIÓN

Actualmente la fabricación de mezcal a partir de varias especies de *Agave* es una actividad cultural y económica que se desarrolla en más de 10 estados de la República Mexicana (Flores, 2007; Olivas *et al.*, 2007). Los agaves forman parte de la riqueza florística de las zonas áridas de México, en hábitats de pendientes pedregosas, valles y planicies. El 75% del total de las especies del género *Agave* se encuentra en la República Mexicana, constituyendo con ello el área de mayor riqueza y diversidad de sus especies. Las diferentes especies de *Agave* proporcionan refugio y alimento a insectos y mamíferos, sus flores producen un néctar que es alimento preferido para ciertas especies de murciélagos.

Los primeros pobladores que habitaron Aridoamérica aprovecharon las plantas de agave para obtener fibras y alimentos. El uso del agave cocido, llamándolo mezcal, fue una práctica común donde convivieron diversas tribus del norte de México y otras más que ocuparon la región suroeste de Norte América, lo que les permitió



asegurar el suministro de alimentos durante la época de sequía cuando la cantidad de maíz se había agotado (Colunga-GarcíaMarín y Zizumbo-Villareal, 2007). Existen evidencias arqueológicas para considerar que los cultivos de maíz y de agave permitieron crear los primeros asentamiento humanos en las colinas de la Sierra Madre Occidental y en las región árida de los Estado de Durango y Zacatecas, respectivamente entre los años de 500 a 900 DC (Anderies *et al.*, 2008).

El mezcal como bebida se elaboró adoptando el sistema filipino usado para la destilación de bebidas a partir del coco en el siglo XVI en la región de Colima (Zizumbo-Villareal y Colunga-GarcíaMarín, 2008). En el siglo XVIII, el comercio y consumo interno del mezcal se propagó gracias a las ferias regionales y religiosas de San Juan de los Lagos y Talpa en Jalisco, de San Marcos en Aguascalientes, de Silao en Guanajuato, y de Saltillo en Coahuila, que contribuyeron de manera importante a su difusión (Gómez *et al.*, 2004.)

El presente estudio tiene como objetivo conocer los niveles de las modalidades de producción de mezcal y las distintas alternativas de comercialización de esta bebida por los productores en el municipio de Nombre de Dios

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el municipio de Nombre de Dios, Durango. Ese municipio se localiza al sureste de la capital del estado, en las coordenadas 23° 36' y 24° 05' latitud norte, y 103° 56' y 104° 25' longitud oeste; a una altitud de 1855 metros sobre el nivel del mar. El estudio se realizó en tres fases, la primera consistió en la selección de las unidades productoras rústicas o artesanales y las tecnificadas para la producción de mezcal. En la segunda fase se efectuaron entrevistas directas

con los productores y se aplicaron encuestas, con preguntas en formato cerrado, con la finalidad de investigar las condiciones socioeconómicas de la producción de mezcal y su comercialización. La tercera se relacionó con el estatus de la materia prima y sus alternativas de sustentabilidad. Las Unidades Productoras se clasificaron de acuerdo al punto de vista de Morales *et al.*, (2007) con base en el Plan Rector del Sistema-Producto Agave-Mezcal.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Lo sobresalientes en la producción del mezcal es su complejidad y diversidad cultural asociada. Su producción artesanal y su transferencia suelen darse por tradición familiar. Los toques de acabado en el gusto, aroma y cuerpo del mezcal dependen del maestro mezcalillero.

### Unidades productoras de mezcal en el Estado de Durango

Las unidades productoras de mezcal con tecnología tradicional o artesanal, se les conoce como “vinatas” (Figura 1) y su materia prima son *Agave durangensis*, *A. angustifolia* y *A. maximiliana* (González *et al.*, 2009; García, 2010). En el estado de Durango, particularmente en los municipios de Nombre de Dios, Suchil, y Durango, se utilizan sólo poblaciones silvestres de *Agave durangensis* (Almaraz-Abarca *et al.*, 2011). Los magueyes seleccionados para la producción de mezcal varían en cuanto al contenido de azúcares entre el 8 a 26%, el tamaño de piña alcanza un peso de 6 a 400 kg y el tiempo de maduración puede presentarse entre los 4 y los 20 años, en razón de ello existe una fuerte variación en cantidad y calidad de los azúcares debido a la heterogeneidad del material genético utilizado como materia prima (Cifuentes *et al.*, 2011).



Figura 1 Cocimiento y destilador de una vinata en el estado de Durango

En cuanto a las formas de comercialización, se detectó que algunos productores de modalidad artesanal venden su producto entre 40 a 50 pesos/litro, el monto obtenido permite recuperar la inversión en materia prima y el pago a jornaleros. Otros productores, como tienen un comprador directo que adquiere el producto, comercializan el mezcal hasta en 150 pesos el litro. Los productores de nivel artesanal certificados, en promedio venden su producto en 80 pesos por litro. Con procesos de añejamiento, el precio de venta del mezcal puede llegar a 150 pesos por litro, además de optar por la exportación.

Los productores tecnificados (infraestructura industrial) potencialmente tiene mayores ventajas productivas, pero la colocación en el mercado ha sido complicada.

En cuanto a la materia prima, hay distintas percepciones, por un lado los productores de mezcal, sabedores de la posible escasez del recurso, continúan explotando las poblaciones silvestres de *Agave durangensis*. Sin embargo, la posición de la SAGARPA y del Consejo Estatal de Productores de Maguey y Mezcal es apoyar la investigación para la producción sustentable del recurso.

## CONCLUSIONES

La forma de acopio de la materia prima para elaborar mezcal en el estado de Durango debe de optar por métodos que sean sustentables y por una adecuada planeación del establecimiento de cultivos de *Agave* para evitar problemas de sobreexplotación. El control de calidad relacionado al origen de la materia prima debe también de contar con métodos que permitan determinar la autenticidad de la misma. La arraigada tradición artesanal en la fabricación del mezcal impacta en la estandarización de la calidad y la cantidad del mezcal producido. Control de calidad en todos los pasos de la elaboración de esa bebida podría contribuir a elevar los bajos ingresos recibido por su venta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almaraz-Abarca, N., V. Hernández-Vargas, I. Torres-Morán, A. Delgado-Alvarado, G. Orea-Lara, A. Cifuentes-Díaz de León, J. A. Ávila-Reyes, J. Herrera-Corral, N. Uribe-Soto, R. Muñoz-Martínez, N. Naranjo-Jiménez. 2011. *Agave durangensis*. Instituto Politécnico Nacional-CONACYT-COCYTED. México.
- Anderies, J. M., B. A. Nelson, P. Kinzing. 2008. Analyzing the impact of *Agave* cultivation on famine risk in arid Pre-Hispanic northern Mexico. *Human Ecology* 36:409–422.
- Cifuentes, A., G. Orea, S. Gómez. 2010. Contenido de azúcares reductores totales en piñas de *agave* mezcalero cosechadas en tres ejidos del Municipio de Súchil, Durango. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica XVIII, *National Congress of Biochemical Engineering*, VII Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica, VII International Congress of Biochemical Engineering Acapulco, Guerrero, México, 24 al 26 de Marzo de 2010.
- Colunga-GarcíaMarín, P., D. Zizumbo-Villareal. 2007. Tequila and others *Agave* spirits from West-Central Mexico: current germoplasm, diversity, and origin. *Biodiversity Conservation* 16: 1653-1667.
- Flores, F. J. L. 2007. Los mezcales de México. *Ciencia San Luis Potosí* 30: 7.
- García, M. A. J. 2010. Geografía del mezcal. En: *Mezcal arte tradicional* (Eds: Sánchez, A. R. L., M. de Orellana). Artes de México, No. 99. México, pp. 9-11.
- Gómez, A. I., L. N. Tapia, G. B. M. Monti, A. Lecortois. 2004. Propuesta de inscripción de bienes en la lista del patrimonio mundial del paisaje agavero y las antiguas instalaciones industriales de Tequila, México. Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH)- Consejo Nacional para la Cultura y las Artes (CONACULTA)- Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) regional de Jalisco-Gobierno del Estado de Jalisco. México.
- González, E. M., R. Galván, I. L. López, L. Reséndez, M. S. González. 2009. *Agaves: magueyes, lechuguillas y noas del estado de Durango y sus alrededores*. IPN-CONABIO. México.
- Morales, C. N., D. A. Escobar, E. Paredes. 2007. Estudio sobre el impacto que las modificaciones a la Nom-070 traerán a la industria del mezcal. Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro Norte, México.
- Olivas, G. U. E., J. R. Valdez, A. Aldrete, M. J. González, G. Vera. 2007. Áreas con aptitud para establecer plantaciones de maguey cenizo: definición mediante análisis multicriterio y SIG. *Revista Fitotecnia Mexicana* 30: 411-419.
- Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Durango. 1988. *Los Municipios de Durango*. México, D.F. 183 pp.
- Zizumbo-Villareal, D., P. Colunga-GarcíaMarín. 2008. Early coconut distillation and the origins of mezcal and tequila spirits in west-central Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution* 55:493-510.

## CONTROL DE CALIDAD DE MEDIOS DE CULTIVO

Maricela Esteban Méndez, Manuel Quintos Escalante, Alicia Herrera Benavides

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango.

Instituto Politécnico Nacional.  
Sigma 119. Fraccionamiento 20 de Noviembre II Durango, Dgo. C.P. 34 220. Becarios COFAA

### RESUMEN

La evaluación de la calidad de medios de cultivo es un requisito esencial en los laboratorios de microbiología. Una serie de procesos han sido desarrollados para permitir la comparación de la eficacia de los lotes de medios de cultivo líquidos y sólidos preparados en el laboratorio. Los parámetros que se determinan son la estimación del índice de productividad (PR), el factor de selectividad (SF), porcentaje de recuperación bacteriana, y promoción de crecimiento, para los cuales varios criterios de aceptación se han recomendado. En este trabajo se presenta una revisión de esos procesos.

**PALABRAS CLAVE:** calidad, medios de cultivo, microbiología

### ABSTRACT

The quality assessment of culture media is an essential requirement in microbiology laboratories. A number of processes have been developed to allow comparison of the effectiveness of batch liquid culture media and laboratory prepared solid. The parameters are determined by estimating the productivity ratio (PR), the selectivity factor (SF), percentage of bacterial recovery, promote growth, to which several acceptance criteria have been recommended.

**KEY WORDS:** quality, culture media, microbiology

### INTRODUCCIÓN

Los sistemas de gestión de calidad de los laboratorios se establecen bajo los criterios de la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006. Requisitos generales. Los laboratorios de ensayo y calibración deben de cumplir con una serie de requisitos administrativos y técnicos que determinan la confiabilidad de los resultados. Entre los requisitos administrativos la norma menciona que el laboratorio debe presentar una organización definida, un manual de calidad, y procedimientos para el control de documentos, compras, atención a clientes, subcontrataciones y quejas. Los requisitos técnicos son que el laboratorio cuente con personal competente, condiciones ambientales adecuadas, con equipos calibrados, y reactivos y materiales verificados. Por esa razón, los laboratorios de ensayos microbiológicos acreditados deben de llevar a cabo el control de la calidad de los reactivos utilizados, principalmente de los medios de cultivo. Este es un proceso continuo y es uno de los puntos críticos de control en el análisis microbiológico, del cual depende la confianza y competencia técnica de los resultados que se emiten (NMX-EC-17025-IMNC-2006).

Los medios de cultivo deben de cumplir con una serie de requisitos que marca la norma ISO/TS 11133 parte 1 y 2 en la que se menciona que al adquirir un medio se debe solicitar las especificaciones de calidad, el nombre del medio, la lista de componentes con las cantidades, la fecha de caducidad, el número de lote y las condiciones de almacenamiento. La calidad de los medios de cultivo preparados en el laboratorio depende de su formulación correcta, de los procedimientos de preparación, de la eliminación de los agentes microbianos contaminantes, y de las condiciones adecuadas de envasado y almacenamiento (ISO/TS 11132-1: 2009; ISO/TS 11132-2: 2003).



## PREPARACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO EN EL LABORATORIO

Para la preparación de los medios de cultivo se siguen las indicaciones del fabricante, sin embargo en algunos casos los medios se preparan a partir de cada uno de sus diferentes componentes. Se debe utilizar agua destilada que haya sido sometida a controles que aseguren su calidad. Los principales análisis que se realizan al agua son: conductividad, pH, determinación de mesofílicos aerobios y determinación de metales pesados (Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater, 2005).

Otro aspecto a tener en cuenta es el correcto lavado del material de vidrio. El laboratorio debe contar con un procedimiento para esta actividad en el que se especifica que el material contaminado debe esterilizarse y posteriormente lavarse usando una solución de detergente neutro, el enjuague debe ser con agua de la llave, posteriormente con agua destilada, y como paso final se realiza la prueba con azul de bromotimol para determinar la eliminación de residuos alcalinos o ácidos (Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos, 2008).

## CONTROL DE CALIDAD DE MEDIOS DE CULTIVO

Una vez que se ingresa un medio de cultivo al laboratorio se debe identificar con una clave, registrar la fecha de recepción, la de apertura y la de caducidad. El almacenamiento debe realizarse en las condiciones especificadas por el fabricante.

Los envases deben estar herméticamente cerrados, especialmente cuando se trate de medio deshidratados. No es recomendable utilizar medios deshidratados que presenten apelmazamiento o un cambio de color.

Se debe verificar que los medios de cultivo y diluyentes preparados por el laboratorio tengan las características adecuadas con respecto a:

- Esterilidad
- Propiedades físicas: pH, color
- Productividad o promoción de crecimiento: Recuperación o supervivencia de los microorganismos de interés.
- Selectividad: Inhibición de los microorganismos no deseados.
- Porcentaje de recuperación bacteriana. Es el rendimiento o recuperación de un microorganismo que se espera que se desarrolle en el medio de cultivo.

## Control de esterilidad de los medios de cultivo

Este procedimiento se lleva a cabo cada vez que se prepara un lote de medio de cultivo o diluyente. Los medios de cultivo preparados se incuban en estufa a 35 °C durante 24h. Esta prueba se realiza sobre el 5% del lote preparado. El criterio de

aceptación es que no debe haber crecimiento, sí se presenta desarrollo se rechaza el lote.

## Pruebas de funcionalidad de medios de cultivo.

Para evaluar los medios de cultivo se usa una cepa de referencia apropiada para el medio de acuerdo a la norma ISO/TS 11133-2:2000. A partir de la cepa de trabajo, se prepara un cultivo en fase estacionaria en un caldo no selectivo por ejemplo, caldo nutritivo o caldo infusión cerebro corazón, con este cultivo se realizan las pruebas correspondientes para cada medio de cultivo.

## Prueba de promoción de crecimiento

Para los medios de cultivo líquidos se realiza la prueba de promoción de crecimiento para evaluar su productividad y selectividad.

## Productividad en medios líquidos

Del cultivo en fase estacionaria se inoculan por separado 100, 10, 1, UFC/ mL en el medio a probar, se incuban a la temperatura y tiempo correspondiente y se observa el desarrollo en cada uno de los tubos inoculados con el microorganismo de prueba.

Si el medio de cultivo es conforme se espera que haya desarrollo en todos los tubos inoculados y el lote de medio se acepta.

## Selectividad

Para llevar a cabo la prueba de la selectividad se emplea un microorganismo que se inhibe por el medio de cultivo selectivo por ejemplo para el caldo lauril sulfato se evalúa el desarrollo del microorganismo que sí crece y otro que es inhibido por el medio de cultivo. En este caso la cepa que sí crece en el medio de cultivo es *Escherichia coli* ATCC 25922 y la cepa que se inhibe es *Enterococcus faecalis* ATCC 29212. El criterio de aceptación es observar crecimiento (turbidez) y producción de gas en los tubos inoculados con *E. coli* e inhibición del desarrollo de *E. faecalis* (ISO/ TS 11132-1: 2009).

## Porcentaje de recuperación bacteriana

Es el rendimiento o recuperación de un microorganismo que se espera que se desarrolle en el medio de cultivo. Este parámetro aplica únicamente para agares empleados en la técnica de cuenta en placa por ejemplo en un medio de cultivo agar cuenta estándar se evalúa el adecuado desarrollo de las cepas de prueba, empleando agar soya tripticaseína como medio de cultivo de referencia.

El porcentaje de recuperación bacteriana (PR) es definido como sigue:

$$PR = (Ns / No) (100)$$

Donde:

Ns: es la cuenta total de colonias obtenida en el medio de cultivo a probar

No: es la cuenta total de colonias obtenida en el medio de cultivo de referencia y debe ser 100 UFC/mL.

Si en cada lote de preparación el porcentaje de recuperación bacteriana es 70 % se considera aceptable (Standard Methods for the Examinations of Dairy Products, 2004).

### Selectividad y especificidad de medios de cultivo selectivos

#### Prueba Ecométrica

Con esta prueba se evalúa la selectividad y especificidad

de medios de cultivo selectivos. Se emplean tres microorganismos que se desarrolla en el medio de cultivo y tres cepas de microorganismos que son inhibidos en el medio de cultivo.

De cada microorganismo se prepara un cultivo en fase estacionaria y se siembra con un asa calibrada de 1  $\mu$ L trazando sobre la superficie del medio de cultivo en forma paralela 5 estrías sobre cada cuadrante y una estría central sin esterilizar y recargar el asa, como se muestra en la Figura 1. Las cajas Petri se incuban a 35° C durante 24 horas, y después se efectúan las lecturas teniendo en cuenta que cada estría tiene un valor de 0.2 y la estría central de 1.0.

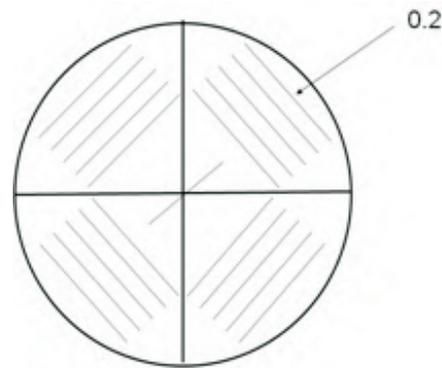


Figura 1.- Representación de la forma en la que se debe sembrar para la prueba ecométrica.

Si hay crecimiento en las cinco estrías de los cuatro cuadrantes y la estría central, el índice de crecimiento tiene un valor de 5.

Criterios de aceptación: 555-000

555-000

555-000

#### Prueba de Selectividad en Agares selectivos

La prueba de selectividad se evalúa con el método ecométrico determinando la inhibición o crecimiento de los microorganismos de prueba así como la morfología colonial (Figura 2).

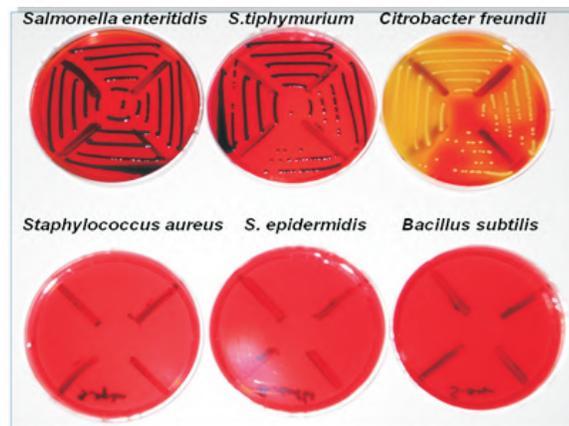


Figura 2. Prueba Ecométrica de agar xilosa lisina desoxicolato, se sembraron tres cepas que crecen en el medio de cultivo (*S. typhimurium*, *S. enteritidis* y *C. freundii*) y tres cepas que son inhibidas (*S. aureus*, *S. epidermidis* y *B. subtilis*).

### Almacenamiento de los medios de cultivo

Se debe determinar y verificar el período de validez de los medios preparados en las condiciones de conservación especificadas. Se debe observar el cambio de color, la evaporación, la deshidratación, y si ocurre crecimiento microbiano. En general los medios preparados se guardan a 4° C, no más de tres meses (ISO/ TS 11132-1: 2009; ISO/ TS 11132-2: 2003).

### Informe de Control de calidad

El informe como mínimo debe contener nombre del medio de cultivo evaluado, número de lote de medio evaluado, fecha de realización del análisis, cepa usada (género y especie del microorganismo, y clave), medio de referencia usado para evaluar la productividad, los resultados de productividad, selectividad, promoción de crecimiento, prueba ecométrica, porcentaje de recuperación bacteriana, prueba de esterilidad y pH.

### CONCLUSIONES

La confiabilidad y reproducibilidad de los resultados de los análisis microbiológicos dependen de la calidad de los medios de cultivo y estos deben cumplir con los criterios de aceptación del pH, prueba de esterilidad, selectividad, porcentaje de recuperación y productividad.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ISO/TS 11132-2: 2003 Microbiología de alimentos y alimento para animales- Directrices para la preparación y producción de medios de cultivo. Parte 2 Directrices practicas para las pruebas de rendimiento de medios de cultivo.
- ISO/TS 11132-1: 2009. Microbiología de alimentos y alimento para animales- Directrices para la preparación y producción de medios de cultivo. Parte1. Directrices generales sobre el aseguramiento de la calidad para la preparación de medios de cultivo en el laboratorio.
- Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos. 2008. Limpieza del Material de vidrio. 31. Rockville.
- NMX-EC- 17025-IMNC-2006. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración.
- Standard Methods for the Examinations of Dairy Products. 2004. (Eds: Michael, H. W, J. F. Frank) American Public Health Association. Washington, D.C.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 2005. American Public Health Association. Washington, D.C.



# INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

Los autores que tengan interés en publicar en la revista *VID SUPRA* del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Durango (CIIDIR-IPN-Durango), deberán ajustarse a los siguientes lineamientos para artículos científicos originales e inéditos. Las contribuciones quedarán dentro de los siguientes tipos de trabajos:

- a) Resultados de investigación o experimentales
- b) Notas científicas
- c) Estudios de revisión
- d) Divulgación: monografía, ensayo, tesis, reflexión y crítica.

Los *trabajos experimentales* deberán presentar resultados originales de investigación, que no hayan sido previamente publicados. Se dividirán en las siguientes secciones.

**TÍTULO.** A continuación del título irán el (los) nombre (s) del (los) autor (es), y en seguida, el nombre de la institución donde se generó el trabajo.

**RESUMEN.** Deberá contener no más de 250 palabras. Establecerá brevemente el propósito del trabajo y los principales resultados y conclusiones. Evitar citas bibliográficas, abreviaciones no comunes, pero si son necesarias, deben ser definidas.

**PALABRAS CLAVE.** Serán de tres a cinco.

**ABSTRACT.** Deberá tener los mismos lineamientos que el **RESUMEN**

**KEY WORDS.** Serán de tres a cinco.

**INTRODUCCIÓN.** En esta sección se brindarán los antecedentes adecuados y se establecerán los objetivos del trabajo.

**MATERIALES Y MÉTODOS.** Se deberá proporcionar el suficiente detalle del trabajo experimental y de campo para que el trabajo pueda ser reproducido. Métodos ya publicados se pueden indicar con una referencia.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.** Tablas y Figuras se presentarán en hojas separadas al final del texto. La discusión deberá incluir la significancia de los resultados.

**CONCLUSIONES**

**AGRADECIMIENTOS**

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Se entiende por *nota científica* a la comunicación de observaciones y descripciones científicas breves, en la cual se detallan métodos y resultados experimentales, sin embargo, su introducción y discusión son presentadas en forma sucinta y con objeto de ubicar el estudio dentro del contexto científico.

Se entiende como *estudio de revisión*, el trabajo cuyo fin principal es resumir, analizar y discutir informaciones publicadas, relacionadas con un solo tema.

## ESTRUCTURA DE ORIGINALES

1. La extensión no debe exceder las 15 cuartillas, incluyendo Figuras y Tablas; el cuerpo del texto se debe presentar en hoja tamaño carta, fuente tipo calibré 12, a espacio y medio.
2. El **TÍTULO** debe ser descriptivo y lo más corto posible, en mayúsculas, excepto nombres científicos, en negritas, a un espacio.
3. El nombre de los autores en calibré tamaño 12, a un espacio. La adscripción de los autores en calibré tamaño 10, a un espacio. Dejar un espacio entre título y autores, y entre autores y adscripción. Dejar dos espacios antes del **RESUMEN**.
4. El **RESUMEN** debe contener 250 palabras, a espacio sencillo, fuente calibré 11. Resaltar en negritas la palabra **RESUMEN**, en mayúsculas, en un renglón individual.
5. El **ABSTRACT** incluirlo, con las mismas características que el **RESUMEN**.
6. Las **PALABRAS CLAVE** y **KEY WORDS** irán en seguida del **RESUMEN** y **ABSTRACT**, respectivamente, en negritas, calibré 11, deben ser entre 3 y 5 en español e inglés, respectivamente.
7. Cada párrafo del cuerpo del trabajo, debe iniciar con sangría de 5 espacios.

Todo trabajo debe estar organizado en **RESUMEN, PALABRAS CLAVE, ABSTRACT, KEY WORDS, INTRODUCCIÓN, MATERIALES Y MÉTODOS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN, CONCLUSIONES, AGRADECIMIENTOS, REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**. Los títulos de cada sección en mayúsculas, en negritas y en un renglón individual. La primera vez que aparezca una sigla o un acrónimo deberá escribirse en extenso, con el acrónimo o siglas entre paréntesis, y en lo sucesivo se utiliza solo la sigla o el acrónimo. p.e. Comisión Nacional del Agua (CNA).

1. Las Figuras (con 300 dpi de resolución) y Tablas deben estar enumerados por orden de aparición en el cuerpo del manuscrito, se deberá anotar al pie de éstas, cualquier nota aclaratoria para explicar el Cuadro o la Figura, las notas aclaratorias en fuente calibré 10, a renglón sencillo. Los títulos de las Tablas irán en la parte superior de las mismas, los títulos de las Figuras irán en la parte inferior de las mismas, ambos en letra calibré 11, centrados, y a espacio sencillo.

2. Las **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS** que aparezcan en el texto, deben incluir el apellido del autor y si son más de tres autores, incluir *et al.*, por ejemplo “De acuerdo a Adams (2009)...”, o “...las variables ambientales (Sánchez *et al.*, 2011).”, o “...como lo indican Pérez y Gutiérrez (2010)”.

3. La sección de **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS** debe contener únicamente las obras citadas en el texto, en orden alfabético, con sangría francesa en 1.25 cm, y presentarse de la siguiente manera:

a) Libros:

Lewin, B. 2008. Genes IX. Jones and Bartlett. United States of America.

b) Capítulos de libros:

Aguilar Villanueva, L., J. K. Coleman, Y. T. A. Kato. 1994. Estudio introductorio. En: El estudio de las políticas públicas (Eds: Kato, Y.T.A., S. C. Mapes). Porrúa. México, pp. 132-145.

c) Artículos de revistas:

Velásquez Uribe, M. T. 2010. El envejecimiento de la población. Ciencias 75:28-34.

Zein, I., G. Wenzel, J. R. Andersen, T. Lübberstedt. 2007. Low level of linkage disequilibrium at the COMT (caffeic acid O-methyl transferase) locus in European maize (*Zea mays* L.). Genetic Resources and Crop Evolution 54: 139-148.

d) Direcciones electrónicas de internet: Si se conoce el autor o institución responsable, iniciar con ese dato, como se haría en una ficha bibliográfica, seguido del año, el URL completo y la fecha de acceso. Tres ejemplos:

Brave, R. (2001, December 10). Governing the genome. <http://online.sfsu.edu/%7Erone/GEessays/GoverningGenome.html> Consulta: 29 de marzo de 2012.

Chou, L., McClintock, R., Moretti, F. and Nix. D.H. (1993). Technology and education: New wine in new bottles: choosing pastas and imaging educational futures. Sitioweb del Institute for learning Technologies de la Universidad de Columbia <http://www.ilt.columbia.edu/publications/papers/newwine.html>

Guffey, M. E. (2001, October 5). APA style Electronic formats. <http://www.westwords.com/guffey/apa.html>, Consulta: 3 de abril de 2009.

#### ENTREGA DE ORIGINALES

2. Los originales se entregarán en archivo electrónico, en procesador de textos Word, por correo electrónico a la dirección de Angélica Hernández, [angelica\\_120@hotmail.com](mailto:angelica_120@hotmail.com)

3. La comisión editora se reserva los derechos para la selección y publicación de los trabajos.

4. Los artículos contenidos en esta revista son de la responsabilidad exclusiva de los autores.

#### PROCEDIMIENTO

5. Todos los trabajos que se envíen y cumplan con los lineamientos de este documento serán sometidos a dictamen por parte de especialistas, con un estricto anonimato tanto de autores como de dictaminadores.

6. La Coordinación Editorial se reserva al derecho de realizar la corrección de estilo y los cambios editoriales que considere necesarios para mejorar el trabajo.

7. Cada autor principal recibirá dos ejemplares del número de la revista en que es publicado su artículo.

Toda correspondencia deberá dirigirse a:

Revista **VID SUPRA**, CIIDIR-IPN-DGO

Unidad Politécnica de Integración Social

Sigma No. 119, Fraccionamiento 20 de Noviembre II

Durango, Dgo., México, 34220

Tel. (618) 8 14 20 91 y Fax (618) 8 14 45 40

Teléfono de red IPN (52)(55)57296000 Ext. 82601



Foto: Marco Antonio Márquez Linares



*vidsupra*  
ORGANO DE DIFUSIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DEL CENTRO INTERDISCIPLINARIO  
DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL DURANGO CIDIR-IPN  
*visión científica*

