

AÑO 7 • VOLUMEN 7 • NÚMERO 1 • ENERO-FEBRERO, 2014

pág. 13

La verdolaga (<i>Portulaca oleracea</i> L.) Fuente vegetal de omega 3 y omega 6	3
Revalorización, conservación y promoción de quelites: Una tarea conjunta	8
Huerto comercial hidropónico: Una alternativa de producción de hortalizas en invernadero	21
Avispas ichneumonoideas que atacan al gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en México	28
Hoja de maíz (<i>Zea mays</i> L.), Importante actividad en la zona norte del estado de Veracruz, México	32
Agua subterránea: Fuente de vida bajo nuestros pies, y su administración en regiones áridas	39

y más artículos de interés...



Guía para autores

Estructura

Agroproductividad es una revista de divulgación, auspiciada por el Colegio de Postgraduados para entregar los resultados obtenidos por los investigadores en ciencias agrícolas y afines a los técnicos y productores. En ella se podrá publicar información relevante al desarrollo agrícola en los formatos de artículo, nota o ensayo. Las contribuciones serán arbitradas y la publicación final se hará en idioma español.

La contribución tendrá una extensión máxima de 16 cuartillas, incluyendo las ilustraciones. Deberá estar escrita en Word a doble espacio empleando el tipo Arial a 12 puntos y márgenes de 2.5 cm. Debe evitarse el uso de sangría al inicio de los párrafos.

Las ilustraciones serán de calidad suficiente para su impresión en offset a colores, y con una resolución de 300 dpi en formato JPEG, TIFF o RAW y el tamaño, dependiendo de la imagen y su importancia de acuerdo con la tabla comparativa.

La estructura de la contribución será la siguiente:

1) Artículos: una estructura clásica definida por los capítulos: Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones y Literatura Citada; 2) Notas o Ensayos: deben tener una secuencia lógica de las ideas, exponiendo claramente las técnicas o metodologías que se transmiten en lenguaje llano, con un uso mínimo de términos técnicos especializados.

Formato

Título. Debe ser breve y reflejar claramente el contenido. Cuando se incluyan nombres científicos deben escribirse en itálicas.

Autor o Autores. Se escribirán él o los nombres completos, separados por comas, con un índice progresivo en su caso. Al pie de la primera página se indicará el nombre de la institución a la que pertenece el autor y la dirección oficial, incluyendo el correo electrónico.

Cuadros. Deben ser claros, simples y concisos. Se ubicarán inmediatamente después del primer párrafo en el que se mencionen o al inicio de la siguiente cuartilla. Los cuadros deben numerarse progresivamente, indicando después de la referencia numérica el título del mismo (Cuadro 1. Título), y se colocarán en la parte superior. Al pie del cuadro se incluirán las aclaraciones a las que se hace mención mediante un índice en el texto incluido en el cuadro.

Figuras. Corresponden a dibujos, gráficas, diagramas y fotografías. Las fotografías deben ser de preferencia a colores. Se debe proporcionar originales en tamaño postal, anotando al reverso con un lápiz suave el número y el lugar que le corresponda en el texto. Los títulos de las fotografías deben mecanografiarse en hoja aparte. La calidad de las imágenes digitales debe ceñirse a lo indicado en la tabla comparativa.

Unidades. Las unidades de pesos y medidas usadas serán las aceptadas en el Sistema Internacional.

Tabla comparativa.

Centímetros	Píxeles	Pulgadas
21.59×27.94	2550×3300	8.5×11
18.5×11.5	2185×1358	7.3×4.5
18.5×5.55	2158×656	7.3×2.2
12.2×11.5	1441×1358	4.8×4.5
12.2×5.55	1441×656	4.8×2.2
5.85×5.55	691×656	2.3×2.2
9×11.5	1063×1358	3.5×4.5
9×5.55	1063×656	3.5×2.2



Contenido

3	La verdolaga (<i>Portulaca oleracea</i> L.) Fuente vegetal de Omega 3 y Omega 6
8	Revalorización, conservación y promoción de quesos: Una tarea conjunta
13	Producción potencial y consumo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en el Estado de México
21	Huerto comercial hidropónico: Una alternativa de producción de hortalizas en invernadero
28	Avispas ichneumonoideas que atacan al gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en México
32	Hoja de maíz (<i>Zea mays</i> L.), importante actividad en la zona norte del estado de Veracruz, México
39	Agua subterránea: Fuente de vida bajo nuestros pies, y su administración en regiones áridas
44	Uso y manejo de las calabazas cultivadas (<i>Cucurbita</i> spp.) en el estado de Puebla
50	Determinación de la madurez fisiológica en semilla de maíz (<i>Zea mays</i> L.) mediante ganancia de peso seco y métodos alternos
58	Variación morfológica de maíces nativos (<i>Zea mays</i> L.) en el estado de Veracruz, México
66	Noticias
69	



Corrección de estilo: Hannah Infante Lagarda

Maquetación: Alejandro Rojas Sánchez

Suscripciones, ventas, publicidad, contribuciones de autores:

Guerrero 9, esq. Avenida Hidalgo, C.P. 56220, San Luis Huexotla, Texcoco, Estado de México.

Teléfono: 01 (595) 928 4013 | jocadena@colpos.mx; jocadena@gmail.com

Impresión 3000 ejemplares.

©Agroproductividad, publicación respaldada por el Colegio de Postgraduados. Derechos Reservados. Certificado de Licitud de Título Núm. 0000. Licitud de Contenido 0000 y Reserva de Derechos Exclusivos del Título Núm. 0000. Editorial del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México, Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Núm. 036.

Impreso en México — Printed in México
 PRINTING ARTS MEXICO, S. de R. L. de C. V.
 Calle 14 no. 2430, Zona Industrial
 Guadalajara, Jalisco, México. C.P. 44940
 Fax: 3810 5567
www.tegrafik.com
 RFC: PAM99118 DGo

Es responsabilidad del autor el uso de las ilustraciones, el material gráfico y el contenido creado para esta publicación.

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores, y no reflejan necesariamente los puntos de vista del Colegio de Postgraduados, de la Editorial del Colegio de Postgraduados, ni de la Fundación Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas.

Directorio

Said **Infante Gil**

Editor General del Colegio de Postgraduados

Rafael **Rodríguez Montessoro**[†]

Director Fundador

Jorge **Cadena Iñiguez**

Director de Agroproductividad

Comité Técnico-Científico

Colegio de Postgraduados—Montecillo

Fernando **Clemente S.**

Dr. Ing. Agr. Catedrático Fauna Silvestre

Ma. de Lourdes **de la Isla**

Dr. Ing. Agr. Catedrática Aereopolución

Ángel **Lagunes T.**

Dr. Ing. Agr. Catedrático Entomología

Enrique **Palacios V.**

Dr. Ing. Agr. Catedrático Hidrociencias

Jorge **Rodríguez A.**

Dr. Ing. Agr. Catedrático Fruticultura

Colegio de Postgraduados—Puebla

Manuel R. **Villa Issa**

Dr. Ing. Agr. Economía Agrícola

Instituto de Investigaciones

Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Pedro **Cadena I.**

Dr. Ing. Agr. Transferencia de Tecnología

Ricardo **Magaña Figueroa**

M. C. P. Director de Promoción y Divulgación

Confederación Nacional Campesina

Jesús **Muñoz V.**

Dr. Ing. Agr. Agronegocios

Instituto Interamericano de Cooperación
para la Agricultura

Victor **Villalobos A.**

Dr. Ing. Agr. Biotecnología



Dr. Jorge Cadena Iñiguez

Editorial

VOLUMEN 7 • NÚMERO 1 • ENERO—FEBRERO, 2014.

La revalorización y reorientación de recursos alimentarios locales, muestran una tendencia cíclica de ocurrencia en las iniciativas gubernamentales para combatir el hambre, sobre todo de las clases sociales con menor fortaleza económica. Especies vegetales cuya trazabilidad de domesticación se remonta a tiempos ancestrales en Mesoamérica, son grandes emergentes que facilitan la difusión, factibilidad y éxito de dichas iniciativas, debido principalmente a su fácil acceso económico, aun cuando pasan desapercibidas por los indicadores macroeconómicos. Los quelites, calabazas, verdolagas y desde luego el maíz blanco, preferentemente, muestran sus cualidades en la nutrición de muchos habitantes del medio rural y periurbano reflejando sus bondades en el traspatio, entre la milpa y los cuamiles. En este número  entrega resultados de investigación referentes a tres hortalizas no tradicionales y al maíz, su producción, obtención de semilla, diversidad biológica, abasto, consumo, identificación de insectos y uso del totemoxtle. Aunado a lo anterior, se aborda el desarrollo de tecnologías para la producción intensiva de especies hortícolas introducidas y manejo de agua subterránea. Iniciativas públicas focalizadas al combate del hambre, diversificación productiva y económica en áreas rurales, están en deuda con estas especies y los habitantes que las preservan, multiplican, diversifican y consumen.

Jorge **Cadena Iñiguez**

Director de 

LA VERDOLAGA

(*PORTULACA OLERACEA* L.)

FUENTE VEGETAL DE OMEGA 3 Y OMEGA 6

Mera-Ovando, L.M.¹, Bye-Boettler, R.A.¹, Solano, M.L.²

¹Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Jardín Botánico. Apartado Postal 70-614. CP 04510. Ciudad Universitaria, México. D.F. ²Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Vasco de Quiroga 15, Colonia Sección XVI. Tlalpan. México, D.F.

Autor responsable: mcknight@ibiologia.unam.mx

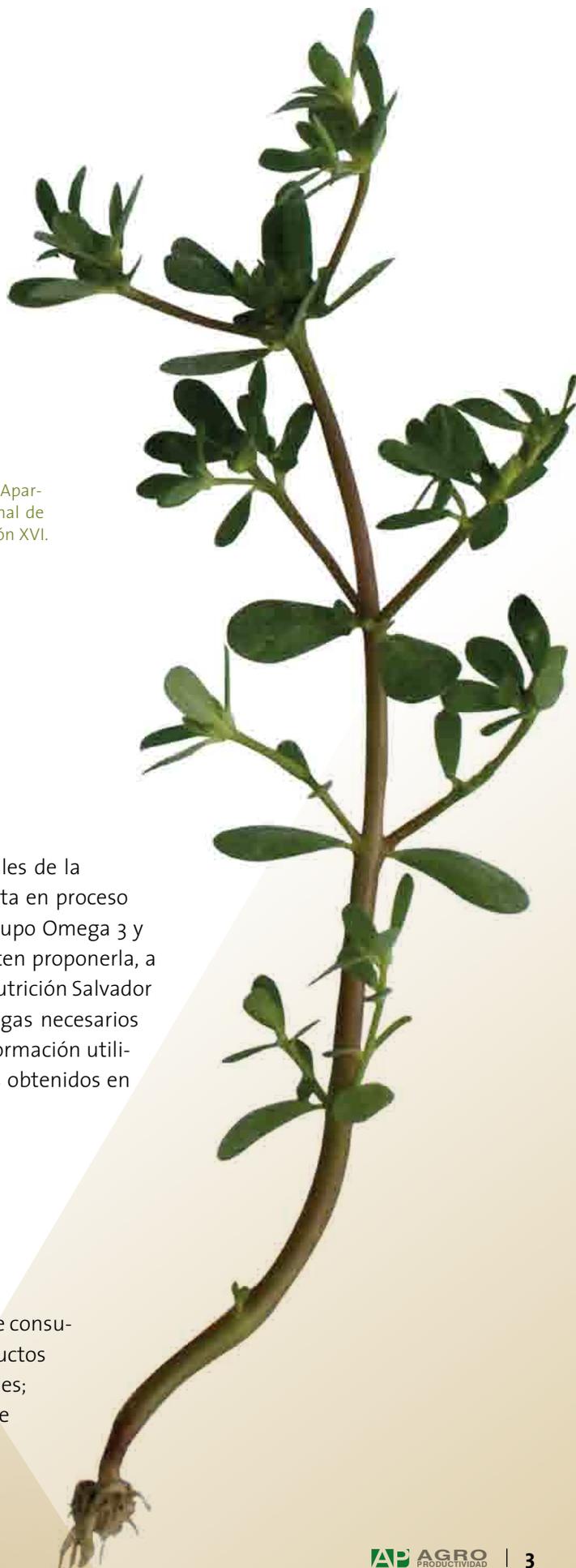
RESUMEN

Se presentan resultados de las propiedades nutrimentales de la verdolaga (*Portulaca oleracea* L.), su estatus como planta en proceso de domesticación y fuente rica de antioxidantes del grupo Omega 3 y Omega 6. Los estudios en diferentes accesiones permiten proponerla, a través del Instituto de Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, como fuente del requerimiento total de omegas necesarios para el ser humano, además de determinar si las formas de transformación utilizadas para la elaboración de alimentos no modifican estos valores obtenidos en fresco.

Palabras clave: nutrimentos, arvenses, quintonil, ruderal.

INTRODUCCIÓN

Para que el organismo tome los compuestos de los alimentos que se consumen, y de éstos los nutrimentos necesarios, se deben consumir productos incluidos en las verduras y frutas que aportan vitaminas y minerales; cereales, de los cuales se obtiene la mayor cantidad de energía que utiliza el organismo, además de leguminosas y productos de origen animal que aportan un alto contenido de proteína, energía y fibra. La agrobiodiversidad generada al interior de los agroecosistemas



tradicionales, ha permitido la obtención de los nutrimentos básicos de la dieta diaria (Hernández, 1993; Aguilar *et al.*, 2003; Sarukhan, 2009), mostrando una complementariedad agronómica en el balance nutricional a partir de las plantas que se consumen (Cardoso *et al.*, 2007).

La variación en formas, colores y sabores de las plantas comestibles utilizadas es producto del manejo que se da al interior del agroecosistema; de esta forma, se pueden encontrar diversos tipos de maíces (*Zea mays*), frijoles (*Phaseolus spp.*), calabazas (*Cucurbita spp.*), chiles (*Capsicum spp.*), quintoniles (*Amaranthus spp.*), jitomates (*Solanum lycopersicum*) chepiles (*Crotalaria longirostrata*), pápalos (*Porophyllum ruderale*) y otras hierbas saborizantes o medicinales. Una característica particular de los agroecosistemas tradicionales es el manejo de las “malas hierbas”, que en ocasiones no son tan malas, pues de éstas el hombre selecciona las que le reportan algún beneficio, ya sean comestibles, medicinales o forrajeras. Entre las primeras están los quelites (*Amaranthus hybridus*) los cuales, aunque “aparecen” de manera espontánea, en realidad los auspicia y selecciona el agricultor para que su semilla se mantenga año con año al interior del terreno; incluso, este manejo puede ser más intensivo, logrando la domesticación de la planta, al punto en que ya no se parece a la silvestre que le dio origen (Bye, 1981, 1993; Vázquez, 1991; Casas *et al.*, 1987, 1997; Rendón, 2000; Castro, 2008). Los habitantes en comunidades rurales han desarrollado hábitos alimentarios y un modo de vida adaptados a cada ambiente particular. Algunas de las plantas que la mayoría de la gente considera como “malas hierbas” tie-

nen un sorprendente valor nutritivo; por ejemplo, la fértil malva (*Malva spp.*) es fuente excepcional de vitaminas A, C, y hierro y, por ejemplo, en las últimas décadas el cultivo de quelites ha iniciado su formalidad, dejando la categoría de plantas “espontáneas” como el pápaloquelite, los chepiles y la verdolaga.

La verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) es una planta herbácea comestible que se distribuye en las regiones templadas y tropicales del mundo; en América se conoce desde épocas precolombinas. Es uno de los vegetales que se consumen considerablemente en sopas y ensaladas en países como Grecia, Líbano y otras del Mediterráneo donde, por cierto, la incidencia de enfermedades cardiovasculares y cáncer es baja (Simopoulos, 1986). Recientemente, los estudios citogenéticos y de ADN están brindando información para considerarla como de origen americano (Palomino *et al.*, 2010).

puede recolectar a orillas de parcelas, interior de cultivos básicos, o bien, cultivarse en parcelas individuales de manejo intensivo. Además del uso comestible, se utiliza como planta medicinal para afecciones gastrointestinales. Diferentes trabajos científicos caracterizan a la verdolaga como una arvense o maleza; sin embargo, estudios bromatológicos recientes revelan su contenido en ácidos grasos omega 3 y 6, aunque no son referidos a materiales de origen mexicano.

La mayoría de los ácidos grasos que el cuerpo humano necesita se pueden sintetizar, pero los alfa linoléico (omega 3) y el linoleico (omega 6) son ácidos grasos esenciales (AGE) poliinsaturados que se deben incluir en la dieta porque el metabolismo humano no puede biosintetizarlos a partir de precursores dietéticos (Coronado *et al.*, 2006). Su función en el cuerpo humano es mantener la reducción del nivel de colesterol, impedir la pérdida de agua en la piel y mantener la función de las señales entre los nervios. La nomenclatura de los ácidos grasos usa el alfabeto griego para identificar la posición de los enlaces dobles en los carbonos de su estructura química. El carbono del grupo carboxilo es el número uno y el “alfa” es el adyacente (el número dos). El carbono “omega” corresponde al último de la cadena porque dicha letra es la última del alfabeto griego. El ácido linoleico es un ácido graso omega 6 porque tiene un enlace doble a seis carbonos del carbono “omega” (Figura 1).

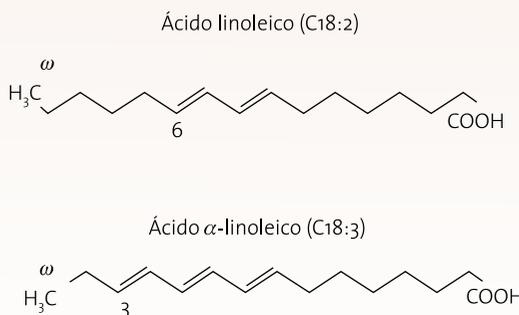


Figura 1. Estructura química de los ácidos grasos esenciales.

La verdolaga es un quelite en proceso de domesticación activo que se

El ácido linoleico juega una función importante en la reducción del nivel de colesterol, y el alfa linoléico es un ácido graso omega 3 porque tiene un enlace doble a tres carbonos del carbono “omega”.

Los ácidos grasos omega 3 son componentes estructurales del cerebro y de la retina, esenciales para un adecuado desarrollo y funcionamiento del cerebro y del sistema nervioso; se concentran en la retina y la corteza cerebral. Los alimentos proveedores de ácidos grasos omega 3 y omega 6 son: los peces y sus aceites (salmón, trucha, atún etcétera) y plantas como la canola (*Brassica napus*) y la soya (*Glycine max*), nueces diversas y productos industrializados, a los cuales se les han adicionado los ácidos grasos en cuestión, por lo que la verdolaga resulta una alternativa muy importante en la lista de proveedores de omegas.

METODOLOGÍA

Por la información obtenida en la mesa de productores participantes, en el simposio organizado por las redes Verdolaga y Quelites del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación (SINAREFI), en junio de 2009, en el Jardín Botánico del Instituto de Biología, UNAM se tuvo conocimiento de que los productores reconocían la presencia de cinco formas diferentes de verdolaga cultivada en el estado de Morelos y la zona Chinampera del Distrito Federal (Figuras 2 A y B).

Una vez identificadas las formas cultivadas y arvenses, con el apoyo de productores cooperantes se fijaron épocas para la colecta del material fresco que fue entregado a los laboratorios de Nutrición Animal y Tecnología de Alimentos pertenecientes a la Dirección de Nutrición del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ), donde se llevó a cabo la determinación de ácidos grasos, vitaminas y minerales (Figura 3). Los análisis de elementos inor-



Figura 2. A: Mesa de discusión de productores. B: Diferentes formas de verdolaga cultivada.

gánicos, vitaminas y minerales fueron realizados en el Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos del, bajo la responsabilidad de la Dra. Josefina Morales de León, en una muestra de 3 kg en fresco sin raíz, de cada una de las muestras analizadas.

Los ensayos del perfil de ácidos grasos fueron elaborados en el Departamento de Nutrición Animal del INCMNSZ, bajo la responsabilidad del Dr. Fernando Pérez-Gil Romo. Para dichos ensayos fue necesario entregar 10 g^{-1} de muestra seca, por lo que las muestras colectadas fueron puestas a secar al aire libre en un invernadero, para ser molidas poste-

riormente hasta conseguir los 10 g^{-1} solicitados (Figura 4).

Los lípidos totales fueron extraídos siguiendo la técnica descrita por AOAC (2002) (método 923.07) y el total de lípidos totales se determinó por diferencia de peso. Para la obtención del perfil de ácidos grasos se usó la técnica descrita por AOAC (2002) (método 969.33), donde el extracto total de lípidos fue transmetilado hasta obtener ésteres metílicos de ácidos grasos con trifluoruro de boro en metanol, y se separaron y cuantificaron usando un cromatógrafo de gases. Los picos fueron identificados y cuantificados con el programa Star Chromatography Workstation de



Figura 3. Colecta de planta cultivada y arvense.

Varian (Varian Inc., CA, USA), usando una mezcla pura de estándares (C4-C24 SUPELCO 18919) para determinar el tiempo de retención de cada uno de los ácidos.

RESULTADOS

El Cuadro 1 muestra los valores más altos obtenidos en los dos ensayos de las cinco variantes cultivadas y dos arvenses de verdolaga (Cuadro 1).

CONCLUSIONES

Estos primeros ensayos muestran un potencial favorable de la verdolaga como fuente vegetal alternativa de omegas 3 y 6. Los materiales arvenses permiten un parámetro de comparación de la especie, debido a que se encuentra



Figura 4. Secado de muestras.

Cuadro 1. Resultados de ácidos grasos, elementos inorgánicos y vitaminas en muestras de verdolaga mexicana.

Variante biológica	Linoleico (mg 100g ⁻¹)	Alfa Linolénico (mg 100 g ⁻¹)	Araquidico (mg 100 g ⁻¹)	K (mg 100g ⁻¹)	Mg (mg 100g ⁻¹)	Vitamina C (mg 100g ⁻¹)
San Gregorio [†]	76.97±1.7	51.07±0.22	10.10±0.53	610.8	115.81	15.5
Queretana [†]	59.4±1.6	51.04±0.76	8.45±0.26	586.83	87.48	9.13
Americana [†]	60.20±0.2	54.95±1.64	10.50±0.44	494.09	106.75	5.65
San Gregorio [†]	77.94±0.5	54.36±0.38	19.37±1.02	507.85	55.2	3.54
Morelos [†]	74.70±0.6	91.39±1.46	21.29±0.23	793.78	92.02	7.55
Iguala [‡]	10.82±0.2	37.18±0.34	2.20±0.01	3.77	897.76	156.74
Chilapa [‡]	3.85±0.8	12.05±0.23	* ND	10.14	539.63	94.68

[†]Forma cultivada; [‡]Forma arvense; * No detectado

bajo un activo proceso de domesticación. La propuesta del INCMNSZ es promocionar su uso y continuar los estudios, pero evaluar y planificar la ingesta que permita definir las porciones necesarias que brindarían el requerimiento total de omegas necesarios para el ser humano, así como, determinar si las formas de transformación utilizadas para la elaboración de alimentos no modifican los valores obtenidos en fresco.

AGRADECIMIENTOS

Al Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (SAGARPA-SNICS-SINAREFI) por el apoyo financiero para la presente investigación.

LITERATURA CITADA

- Aguilar J., Illsley C., Marielle C. 2003. El sistema agrícola de maíz y sus procesos técnicos. In Esteva, G., y C. Marielle (Coordinadores). Sin maíz no hay país. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Dirección General de Culturas Populares e Indígenas, México, D.F. pp. 83-122.
- Bourges R. H. 2004. Requerimientos y recomendaciones de nutrimentos "un análisis conceptual". Cuadernos de Nutrición 27 (6):11-12.
- Bye R. 1981. Quilites-ethnoecology of edible greens - past, present and future. *Journal of Ethnobiology* 1(1): 109-123.
- Bye R. 1993. The role of humans in the diversification of plants in México. In: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot and J. Fa. *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution*. Oxford University Press, New York. Pp 707-714.
- Cardoso E., Nogueira M.A., Ferraz S.M.G. 2007. Biological N-2 fixation and mineral N in common bean-maize intercropping or sole cropping in southeastern Brazil. *Experimental Agriculture*. 43:319-330.
- Casas A., Viveros J.L., Katz E. Caballero J. 1987. Las plantas en la alimentación mixteca: una aproximación etnobotánica. *América Indígena* 47: 317-343.
- Casas A., Pickersgill B., Caballero J., Valiente-Banuet A. 1997. Ethnobotany and domestication in xoconochtlí, *Stenocereus stellatus* (Cactaceae), in the Tehuacan Valley and La Mixteca Baja, México. *Economic Botany* 51: 279-292.
- Castro D. 2008. Diferencias de crecimiento de *Amaranthus hypochondriacus* L. procedente de milpas y chilares de la Sierra Norte de Puebla. Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Coronado, H.M., Vega y León S., Gutiérrez R., García B., Díaz G. 2006. Los ácidos grasos omega 3 y omega 6: Nutrición, Bioquímica y Salud. *Revista de Educación Bioquímica* 25 (003):72-79.
- Hernández X.E. 1993. Aspectos de la domesticación de plantas en México: una apreciación personal. En: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa. *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution*. Oxford University Press, New York. pp. 715-735.
- Palomino H.G., Martínez-Ramón J., Ladd M., Bye-Boettler R. 2011. Caracterización morfológica y cariotípica-ADN de semillas de cinco morfotipos de verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) Informe final 2010. SINAREFI, México, D.F.
- Vázquez R.M.C. 1991. Tendencias en el proceso de domesticación del papaloquelite (*Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson. Asteraceae). Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Sarukhán J. 2009. Capital Natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Simopoulos A.P. 1986. Purslane: a terrestrial source of w-3 fatty acids. *New England Journal of Medicine*. 315: 883.
- Rendón B. 2000. Diferenciación genética e interacción genotipo-ambiente en *Anoda cristata*: su importancia en el contexto de la domesticación incipiente. Tesis de doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México.



REVALORIZACIÓN, CONSERVACIÓN Y PROMOCIÓN DE

QUELITES

UNA TAREA CONJUNTA

Castro-Lara, D.¹; Bye-Boettler, R.¹; Basurto-Peña, F.¹; Mera-Ovando, L.M.¹; Rodríguez-Servín, J.¹; Álvarez-Vega, J.²; Morales de León, J.³; Caballero-Roque, A.⁴

Jardín Botánico, Instituto de Biología, UNAM. Cd. Universitaria, Coyoacán, CP. 04510, México, DF. 2 Escuela Mexicana de Cocina. Sabino 156, Col. Santa María la Ribera, México, DF. 3 Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Vasco de Quiroga 15, Col. Sección XVI, Tlalpan CP. 14000, México, DF. 4 Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. 1ª. Sur Poniente 1460, Col. Centro, CP. 29000, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Autor responsable: dcastro@ibiología.unam.mx

RESUMEN

Quelite es un término utilizado en México para referirse a plantas herbáceas cuyas hojas y tallos tiernos son consumidos como verdura. Su consumo ha sido documentado desde épocas prehispánicas y en la actualidad forma parte importante de la dieta de varios grupos humanos en diversas regiones del país. Debido a que su utilización ha disminuido por factores de cambio de hábitat y preferencias en el consumo, la Red de quelites ha establecido líneas de investigación estratégicas de conservación, utilización y creación de capacidades, con el fin de revalorizar, conservar y promocionar a este grupo de plantas alimenticias.

Palabras clave: verdura, conservación, red investigación



INTRODUCCIÓN

Quelite es un término utilizado en México para referirse a aquellas plantas generalmente herbáceas, incluyendo algunas especies arbustivas y arbóreas, cuyas hojas y tallos tiernos, y ocasionalmente inflorescencias inmaduras, son consumidas como verdura (Bye, 1981). El término “quelite” proviene del vocablo nahua “quilitl”, que se usa para designar a las hierbas comestibles y tiene su correspondencia en diversos idiomas indígenas. Se puede decir que son las verduras nativas de México, aunque a la fecha diversas especies originarias de Europa han sido adoptadas y adaptadas como quelites en varias regiones del país (Figura 1). Se conocen cerca de 250 especies pertenecientes a diferentes familias botánicas distribuidas y consumidas en todo el país.

Muchas de estas especies son arvenses o plantas que crecen asociadas a diferentes sistemas agrícolas, tanto de temporal como de riego, que existen en México, pero principalmente en la llamada agricultura tradicional (Basurto, 2011).

Muchos son manejados como plantas de recolecta, tolerados, e incluso fomentados en los sistemas agrícolas tradicionales y, afortunadamente, varios de ellos son ya cultivados como monocultivo en varias regiones del país. En las estadísticas agrícolas nacionales son especies de poco significado económico, tanto por la reducida superficie cosechada como por el valor de la cosecha; sin embargo, tienen un alto valor social y en la alimentación nacional. Basta realizar una visita a cualquiera de los mercados locales para observar la diversidad de especies usadas como quelites que se encuentran a la venta, aportando a la dieta aromas, colores y sabores, además de su contribución nu-

trimental, aportando fibra y porcentajes importantes de vitaminas y minerales (Bourges, 1996). Su potencial como recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura es muy importante por su plasticidad fenotípica, por ser parientes silvestres de especies cultivadas y por su estatus actual de evolución hacia la domesticación.

MATERIALES Y MÉTODOS

En 2009 se creó la Red Nacional de Quelites, perteneciente al Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (SAGARPA-SNICS-SINAREFI), en la cual se conjuntan diversas instituciones y disciplinas con la finalidad de revalorizar la importancia cultural, nutricional, culinaria y ecológica de los quelites ya que, a pesar de constituir un recurso conocido y utilizado desde tiempos precolombinos, en la actualidad existen múltiples factores que tienden a que su consumo disminuya, como cambios en hábitos alimentarios, influencia de los medios masivos de comunicación, aspectos socioeconómicos y culturales, migración a las ciudades, o crecimiento de las zonas urbanas y, en algunos casos, pérdida de hábitat. Por ello, se hizo necesario promover el estudio de los quelites desde diversos enfoques ya que, probablemente, si no se atendían estos recursos alimentarios, posiblemente en un futuro no serían mantenidos en los campos de cultivo ni en las mesas mexicanas. A la fecha se han llevado a cabo diversas actividades enfocadas a la conservación *in situ*, conservación *ex situ*, uso y potenciación y creación de capacidades. Estas acciones han permitido obtener información agronómica, bromatológica, gastronómica y de conservación del recurso y, con ello, impulsar a los quelites como especies importantes en la seguridad alimentaria, mostrando sus bondades nutrimentales y explorando su potencial con nuevos procesos de transformación aceptables para la población.

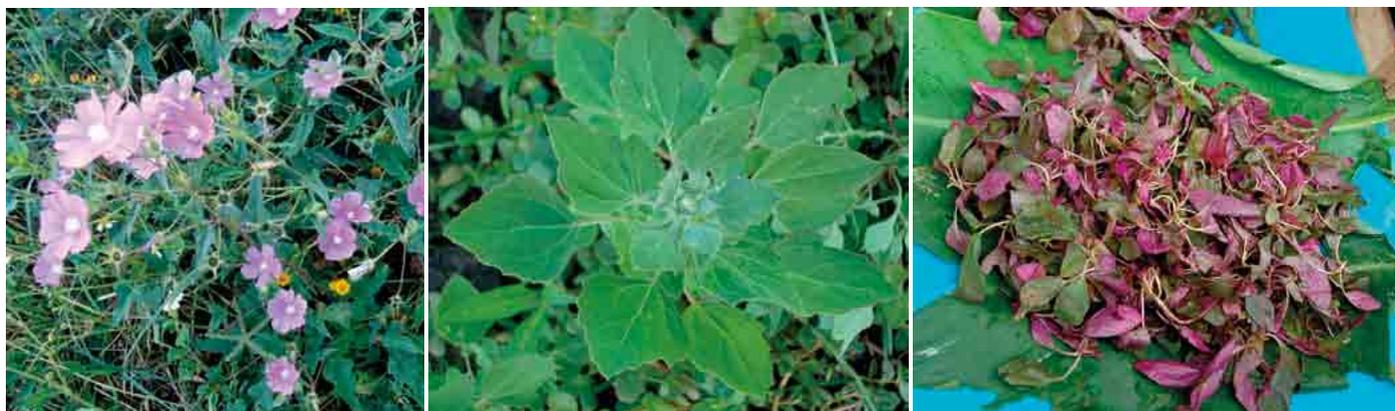


Figura 1. Algunas especies de quelites.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Acciones para la conservación *in situ*

Se realizó un inventario nacional de especies utilizadas como quelites, en el cual se registraron 250 especies de diversas familias botánicas, la mayoría nativas de América, y con tendencia a aumentar, debido a la diversidad cultural y biológica que existe en México (Figura 2).

Se ha elaborado un diagnóstico integrando información bibliográfica, de herbario y campo, el cual ha permitido apreciar el escenario bajo el cual se encuentran estos recursos alimentarios, generar mapas para conocer su

distribución real y potencial, y proponer acciones y programas de conservación.

De manera permanente se han realizado trabajos de documentación de manejo que reciben los quelites en algunas regiones del país por los productores, evidenciando que la mayoría de los quelites incluyen especies silvestres, toleradas, fomentadas, protegidas, algunas cultivadas: otras son especies domesticadas (Figura 3).

Acciones para la conservación *ex situ*

De manera permanente se ha realizado la colecta dirigida de 82 accesiones de material germinal (semillas) de di-

versas especies, colectando materiales sobresalientes por zonas geográficas para tener representatividad de la diversidad existente en el país.

Acciones para uso y potenciación

Al realizar el inventario de quelites, así como la colecta de germoplasma, se localizaron especies cuya determinación botánica era dudosa, ya que sólo se contaba con el nombre común asignado por los pobladores, así que se realizó la determinación taxonómica de 20 accesiones de quelites. Poco se sabe sobre su fisiología, por lo que es importante conocer las características esenciales para la germinación, ya que este conocimiento nos lleva a



Figura 2. Algunos quelites.



Figura 3. A: Cultivo de pápalo (*Porophyllum ruderale* (Jacq.) y pipicha. B: Cultivo de quelite cenizo.

proponer programas de manejo, conservación y explotación de dichos recursos fitogenéticos. Para estandarizar la técnica se determinaron las condiciones de germinación y capacidad germinativa de “chepil” *Crotalaria pumila* Ort. y “Pápalo” *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. var. *macrocephalum* (DC.) Cronq., dos especies representativas de quelites (Figura 4).

Los quelites son un grupo de plantas importantes para diversificar el esquema de alimentación actual, para lo cual es importante conocer el aporte que estas plantas ofrecen a la población y contribuir a la seguridad alimentaria. Es por esto que se realizó el análisis del contenido de vitaminas y minerales de dos de sus especies con alta importancia en la alimentación rural: “los alaches” *Anoda cristata* (L.) Schltdl. y el “chepil” *Crotalaria pumila*. chepil, altamente consumidos en el centro y sur de México, y ricos en calcio, potasio, fósforo y vitamina C.

Conocer el aporte nutricional de este grupo de plantas permite promocionarlos e integrarlos al esquema de alimentación, ampliando con esto la diversidad de alimentos.

Aparte del registro de las formas tradicionales de preparación de los quelites, también se está explorando su potencial culinario con el fin de desarrollar nuevos procesos de transformación para crear productos novedosos preparados con quelites, los cuales sean atractivos y aceptables por la población.

Creación de capacidades

Con el propósito de mostrar al público en general las bondades de este conjunto de plantas, se han llevado a cabo diversas actividades, como muestras gastronómicas, elaboración de recetarios, realización de talleres, actividades lúdicas y demostrativas, simposios, encuentro de productores, realización de carteles y publicaciones de carácter científico y de divulgación, así como entrevistas en diversos foros (Figura 5). En ellas se ha contado con la participación de investigadores, productores, vendedores de quelites, chefs y cocineras. Por medio de estas actividades se contribuye a revalorarlos como verduras nativas mexicanas y a que las personas, principalmente ciudadinas, conozcan este tipo de plantas que han sido consumidas desde épocas prehispánicas y que cuentan con gran potencial para la seguridad alimentaria, y que lamentablemente han sido desplazadas en la dieta diaria por verduras europeas. Las actividades de sensibilización se han realizado en diferentes regiones del país con diversos grupos humanos. Algunas de ellas se han llevado a cabo a petición de la propia comunidad y se dirigen a amas de casa, productores, promotoras de salud, grupo de ejidatarios, personal de salud así como maestros y alumnos de primaria, secundaria y bachillerato.



Figura 4. Diferentes etapas de la germinación de dos especies de quelite. A: Chepil (*Crotalaria pumila* Ort.). B: Pápalo (*Porophyllum ruderale* (Jacq.).



Figura 5. Publicaciones, talleres y muestras gastronómicas, como acciones de sensibilización para fomento del consumo.

CONCLUSIONES

Es importante fortalecer los esfuerzos para atender aquellos temas de investigación en los que se ha detectado poca información, así como para dar a conocer, conservar y revalorar a los quelites ya que, a pesar de su uso ancestral y valor nutritivo, están poco valorados; sin embargo, tienen alto potencial, considerando las nuevas propuestas alimentarias de consumir alimentos no procesados. Además de brindar variación en sabor y texturas a las dietas, los quelites una oportunidad obligación de conservar la diversidad genética nativa. Las actividades de difusión y revalorización son fundamentales para el fomento del consumo de estas plantas ya que, si existe una demanda de ellas, los productores continuarán sembrándolos y fomentándolos en sus campos de cultivo; en el caso contrario, estos recursos genéticos quedarán en desuso.

AGRADECIMIENTOS

Al Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (SAGARPA-SNICS-SINAREFI) por el financiamiento otorgado para la realización de la presente investigación.

LITERATURA CITADA

- Bourges H., J. Morales, G. Escobedo, E. Camacho. 1996. Tablas de composición de alimentos. Instituto Nacional de la Nutrición. "Salvador Zubiran". México, D.F. pp. 248.
- Bye R. 1981. Ethnoecology of edible greens-past, present, and future. *Journal of Ethnobiology*.1(1): 109-123.
- Mera L. M., D. Castro, R.A. Bye (Compiladores). 2011. Especies vegetales poco valoradas: una alternativa para la seguridad alimentaria. UNAM-SNICS-SINAREFI. 215 pp. México, DF.



PRODUCCIÓN POTENCIAL Y CONSUMO DE

Maíz (Zea mays L.)

EN EL ESTADO DE MÉXICO



Ramírez-Jaspeado, R.¹; García-Salazar, J.A.¹

¹Programa de Economía. Colegio de Postgraduados. Km. 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México. CP 56230.

Autor responsable: ramirezrocio67@hotmail.com

RESUMEN

Con la finalidad de conocer el potencial productivo de maíz (*Zea mays* L.) en el Estado de México, se calculó la producción usando el rendimiento potencial estimado con diferentes metodologías. La producción potencial se comparó con el consumo estatal aparente para determinar la posibilidad de lograr la autosuficiencia en los mercados de maíz blanco y amarillo. Los resultados indicaron que en el año promedio 2008/2010 existió un déficit de 298 y 1,212 mil toneladas en los mercados de maíz blanco y amarillo, respectivamente. Considerando la metodología aplicada (municipio líder) para la determinación del rendimiento potencial, los resultados indicaron que la producción potencial del Estado de México es de 1.98 millones de toneladas, es decir, 413 mil toneladas más a la oferta observada en el año promedio 2008/2010. Los municipios de Toluca y Atlacomulco serían los distritos con el mayor potencial para el aumento de una producción superior cercana a 130 mil toneladas. Si se alcanzara la producción potencial en la entidad, se lograría la autosuficiencia de maíz blanco y se tendrían excedentes por más de 110 mil toneladas; aunque en el caso de maíz amarillo se seguiría presentando un déficit de 1.1 millones de toneladas, que tendría que ser abastecido con importaciones.

Palabras clave: rendimiento, producción, saldo de comercio, importaciones.



INTRODUCCIÓN

La concentración demográfica en el centro del país y la ubicación de industrias manufactureras que utilizan como materia prima al maíz (*Zea mays* L.), determinan que el Estado de México ocupe el segundo lugar en el consumo del grano, sólo después de Jalisco. En el año promedio 2008/2010, el consumo de maíz en el Estado de México fue de 3.08 millones de toneladas de toneladas, de las que 59.8% correspondió a maíz blanco y 40.2% a maíz amarillo. De acuerdo con su uso, el consumo de maíz blanco en la entidad se distribuyó de la siguiente manera: 39.9% fue consumido por la industria de la tortilla, 24.1% por la industria harinera, 20.2% por el sector rural, 12.0% por el sector pecuario, 3.8% se perdió en mermas y

0.6% fue usado como semilla. En el caso del maíz amarillo, 54.3% fue consumido por la industria de almidones y féculas, 42.9% por la industria de alimentos balanceados y 2.7% por la industria de los cereales. Debido a que la producción no es suficiente para abastecer la demanda de consumo, el Estado de México es una de las entidades con el mayor déficit de maíz en el país; en 2008/2010, sólo 50.9% del consumo estatal aparente fue abastecido con la producción de la entidad y 49.1% se abasteció con maíz proveniente de entidades con excedentes en la República Mexicana, así como de grano proveniente de los Estados Unidos de América (EUA). En el año señalado, la entidad presentó un déficit de maíz por 1.51 millones de toneladas; éste rebasó los dos millones de toneladas si se considera el consumo del Distrito Federal (Figura 1).

En el periodo promedio 2008/2010, el Estado de México ocupó el tercer lugar en la producción de maíz, sólo después de los estados de Sinaloa y Jalisco, generando 1.57 millones de toneladas. Más de 99% de la producción fue de maíz blanco y una mínima parte de amarillo. A nivel estatal, la producción provino de la cosecha de 538 mil hectáreas, de las cuales se obtiene un rendimiento promedio ponderado de 2.78 ton ha⁻¹. Una política para elevar la producción de la entidad (Estado de México) y depender cada vez menos del maíz proveniente de los mercados nacionales e internacionales, significaría elevar la superficie sembrada en la entidad, o bien, elevar los rendimientos. Considerando el Programa de Modernización Sustentable de Agricultura Tradicional (MasAgro), podría ser posible



Figura 1. Usos diversos del maíz (*Zea mays* L.).

un aumento de los rendimientos. MasAgro está destinado a pequeños agricultores y se concentra en prácticas agronómicas mejoradas, además del uso de semilla mejorada de alto rendimiento. La situación de déficit comercial y la posibilidad de elevar la producción generaron las siguientes interrogantes: ¿hasta qué nivel es posible elevar la producción? ¿Es posible cubrir el déficit estatal de maíz que existe actualmente? Para responder lo anterior se requiere estimar la producción potencial que existe en el Estado de México, partiendo de la estimación de la producción potencial de maíz en el país con la finalidad de calcular la situación comercial de cada distrito de desarrollo del primero (Figura 2).

MATERIALES Y MÉTODOS

La producción potencial de maíz en las zonas de riego y temporal se obtuvo multiplicando la superficie cosechada en 2008/2010, por el nivel de rendimiento potencial. Para obtener el rendimiento potencial en cada estado se usó información sobre rendimientos observados a nivel municipal y distrital. Se supuso que el rendimiento potencial en un distrito es igual al más alto observado en el municipio líder, definido como aquel que registra el rendimiento más alto en el distrito; la producción potencial se calculó multiplicando la superficie cosechada por el rendimiento potencial.

Los resultados obtenidos con la metodología propuesta fueron comparados con el rendimiento potencial reportados por las investigaciones desarrolladas por Matus-Gardea y Puente-González (1992), Soria-Ruiz (2009) y el Gobierno del Estado de México (GEM, 2008, citado por Soria-

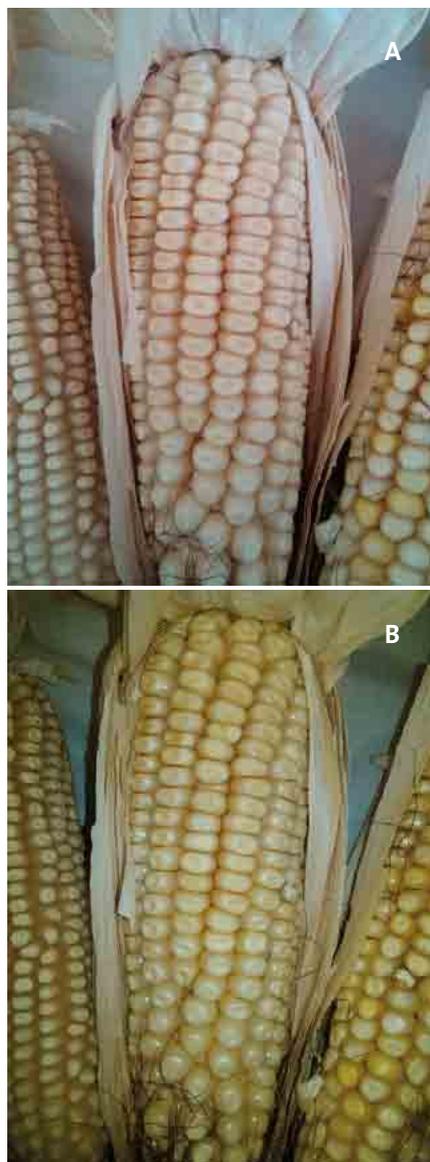


Figura 2. Variantes biológicas de maíz (*Zea mays* L.). A: maíz blanco; B: maíz amarillo.

Ruiz, 2009). El rendimiento potencial estimado en esta investigación y el reportado por los otros estudios fueron multiplicados por la superficie cosechada para obtener la producción potencial de maíz con las diferentes metodologías.

Para obtener el consumo de maíz por distrito de desarrollo, se usó la metodología propuesta por García-Salazar y Ramírez-Jaspeado (2012), considerando información sobre el consumo

estatal aparente de maíz, población, inventario animal, producción, importaciones, exportaciones, valor de la producción de las industrias de nixtamal, alimentos balanceados, cereales, y almidones y féculas. La información usada para calcular el consumo por distrito de desarrollo en el Estado de México provino del SIAP-SAGARPA (2011a), INEGI (2009), INEGI (2010a), SIAP-SAGARPA (2011b), SIAP-SAGARPA (2011c), INEGI (2010b), FIRA (2008), SNIIM (2009) y García-Salazar y Ramírez-Jaspeado (2012). La desagregación espacial del Estado de México consideró los Distritos de Desarrollo (DDR) de Atlacomulco, Coatepec de Harinas, Jilotepec, Tejuquilco, Texcoco, Toluca, Valle de Bravo y Zumpango. La información usada para calcular el rendimiento potencial y la producción potencial provino del Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera de la SAGARPA (SIAP-SAGARPA, 2011a), así como la superficie y demás información relacionada con la oferta se obtuvo de SIAP-SAGARPA (2011a).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 muestra la producción de maíz blanco y amarillo a nivel de Distrito de Desarrollo Rural (SIAP-SAGARPA, 2011a). Durante el año promedio 2008/2010 la producción de maíz fue de 1.57 millones de toneladas. Toluca y Atlacomulco fueron los DDR con el mayor nivel de producción, cada uno con más de 29% del total, seguido de Valle de Bravo (9.6%), Tejuquilco (7.0%), Jilotepec (6.8%), Zumpango (6.6%), Texcoco (6.6%) y Coatepec de Harinas (4.6%). Del total de la producción del grano en el Estado de México, 1.54 millones de toneladas correspondieron a maíz blanco y el restante a maíz amarillo. Nuevamente, los DDR de Toluca y Atlacomulco fueron las

regiones con mayor producción, con 29.5% y 29.6% de la oferta estatal total (Cuadro 1).

La estimación sobre el consumo estatal aparente indican que en 2008/2010, su valor fue de 3.08 millones de tonela-

das y que existen claramente dos mercados diferentes: el de maíz blanco y el de maíz amarillo, registrando el primero un consumo de 1.84 millones de toneladas y ser el de mayor importancia. Con un consumo estatal aparente de 1.24 millones de toneladas, la magnitud del mercado de maíz

Cuadro 1. Producción y consumo de maíz por Distrito de Desarrollo Rural (DDR) en el Estado de México, México.

DDR	Rendimiento	Superficie	Producción	Consumo	Saldo
	Ton ha ⁻¹	Ton ⁻¹	Ton ⁻¹	Ton ⁻¹	Ton ⁻¹
Maíz blanco					
Atacomulco	2.84	160,882	456,906	117,697	339,209
Coatepec de H.	2.45	29,390	72,006	59,691	12,315
Jilotepec	2.66	36,626	97,426	43,494	53,932
Tejupilco	2.19	49,910	109,303	37,458	71,845
Texcoco	3.07	31,669	97,223	507,547	-410,324
Toluca	3.50	130,254	455,888	238,639	217,249
Valle de Bravo	3.07	49,105	150,753	49,121	101,632
Zumpango	2.44	42,329	103,284	787,119	-683,835
Edo. de México	2.78	530,166	1,542,788	1,840,766	-297,978
Maíz amarillo					
Atacomulco		0	0	0	0
Coatepec de H.		0	0	0	0
Jilotepec	2.66	3,583	9,529	259	9,270
Tejupilco		0	0	0	0
Texcoco	3.07	1,961	6,021	47,464	-41,443
Toluca	3.50	2,059	7,207	564,862	-557,656
Valle de Bravo		0	0	0	0
Zumpango		0	0	622,985	-622,985
Edo. de México	3.08	7,603	23,391	1,235,570	-1,212,813
Maíz blanco y amarillo					
Atacomulco		160,882	456,906	117,697	339,206
Coatepec de H.		29,390	72,006	59,691	12,315
Jilotepec		40,209	106,955	43,753	63,202
Tejupilco		49,910	109,303	37,458	71,845
Texcoco		33,630	103,244	555,011	-451,767
Toluca		132,313	463,094	803,501	-340,407
Valle de Bravo		49,105	150,753	49,121	101,632
Zumpango		42,329	103,284	1,410,104	-1,306,820
Edo. de México		537,769	1,566,179	3,076,336	-1,510,791

amarillo es menor y, a diferencia del mercado de maíz blanco, se tiene una fuerte dependencia de las importaciones provenientes del mercado de los EUA. En el año promedio 2008/2010, sólo 1.9% del consumo de maíz amarillo fue abastecido con producción nacional, en tanto que el restante fue abastecido con el saldo de comercio exterior (más de 1.2 millones de toneladas). La distribución espacial del consumo (Cuadro 1) muestra que casi la mitad de éste se ubicó en el DDR de Zumpango (45.8%), 26.1% en la región de Toluca, 18.0% en Texcoco, 3.8% en Atlacomulco, y menos de 2% en el resto de los distritos (Figura 3).

Si al consumo estatal aparente de un distrito determinado se le resta la producción, se obtiene el saldo comercial de maíz. Éste es un indicador eficiente de la situación comercial del distrito en dicho producto, incluso, podría ser utilizado para suponer los flujos comerciales del maíz. Por ejemplo, si la producción de maíz es superior al consumo estatal aparente, es de suponerse que este distrito tenga un excedente que, si no es almacenado como existencia, lo venderá a los estados o regiones deficitarios más cercanos. Por otra parte, si la producción es menor al consumo, se

esperaría que el distrito tenga un déficit, el cual se cubriría (en caso de no tener existencia) con las compras de las regiones excedentarias más cercanas. Cuando el déficit interno para un año determinado en todos los distritos deficitarios es mayor al excedente en los excedentarios, dicho déficit se solventará con importaciones, o bien, con existencias acumuladas en años anteriores; por lo tanto, es de suponerse que el distrito deficitario comprará en otras regiones. En el Cuadro 1 se muestra la diferencia entre la producción y el consumo de maíz blanco, amarillo y total en las ocho regiones del estado de México, observándose que a nivel estatal el mercado de maíz blanco no es autosuficiente, mostrando un déficit de 298 mil toneladas; sin embargo, a nivel regional se presentan excesos y déficits. Los distritos con déficits de maíz son, en orden de importancia, Zumpango (684 mil toneladas) y Texcoco (410 mil toneladas). Éstos podrían ser abastecidos con los excesos que se obtienen en Atlacomulco (339 mil toneladas), Toluca (217 mil) y Valle de Bravo (102 mil toneladas) (Figura 4).

En el caso de maíz amarillo la situación es diferente y la mayoría de las regiones, excepto Jilotepec, presentan excesos de demanda de maíz. El mayor déficit se presenta en las regiones de Zumpango y Toluca con 623 y 558 miles de toneladas, respectivamente. En el caso de maíz amarillo, las importaciones provenientes de las zonas productoras de maíz en EUA abastecerán el exceso de demanda en las zonas consumidoras deficitarias. Considerando la suma de maíz blanco y amarillo, se observa que el mayor déficit se localiza en Zumpango, por más por 1.3 millones de toneladas.

El nivel de rendimiento de maíz es diferente en cada distrito del Estado de México. En el año promedio 2008/2010 la mayor productividad se alcanzó en los Distritos de Toluca, Texcoco y Valle de Bravo, donde se obtuvieron rendimientos por 3.5, 3.07 y 3.07 ton ha⁻¹ (Cuadro 1); el resto de los distritos tuvo un rendimiento de entre 2 a 3 ton ha⁻¹. Usando la superficie cosechada observada en el año promedio 2008/2010 y el rendimiento potencial estimado, se calculó la producción potencial (la que se observaría en caso de que la productividad por hectárea fuera similar al rendimiento potencial); por lo que se supuso que el rendimiento potencial estimado para las zonas productoras de maíz blanco es similar al

Figura 3. Estados fisiológicos de madurez de consumo del maíz (*Zea mays* L.). A: Fisiológicamente maduro o "mazorca" para grano. B: Madurez hortícola como "elote" con grano en estado lechoso.



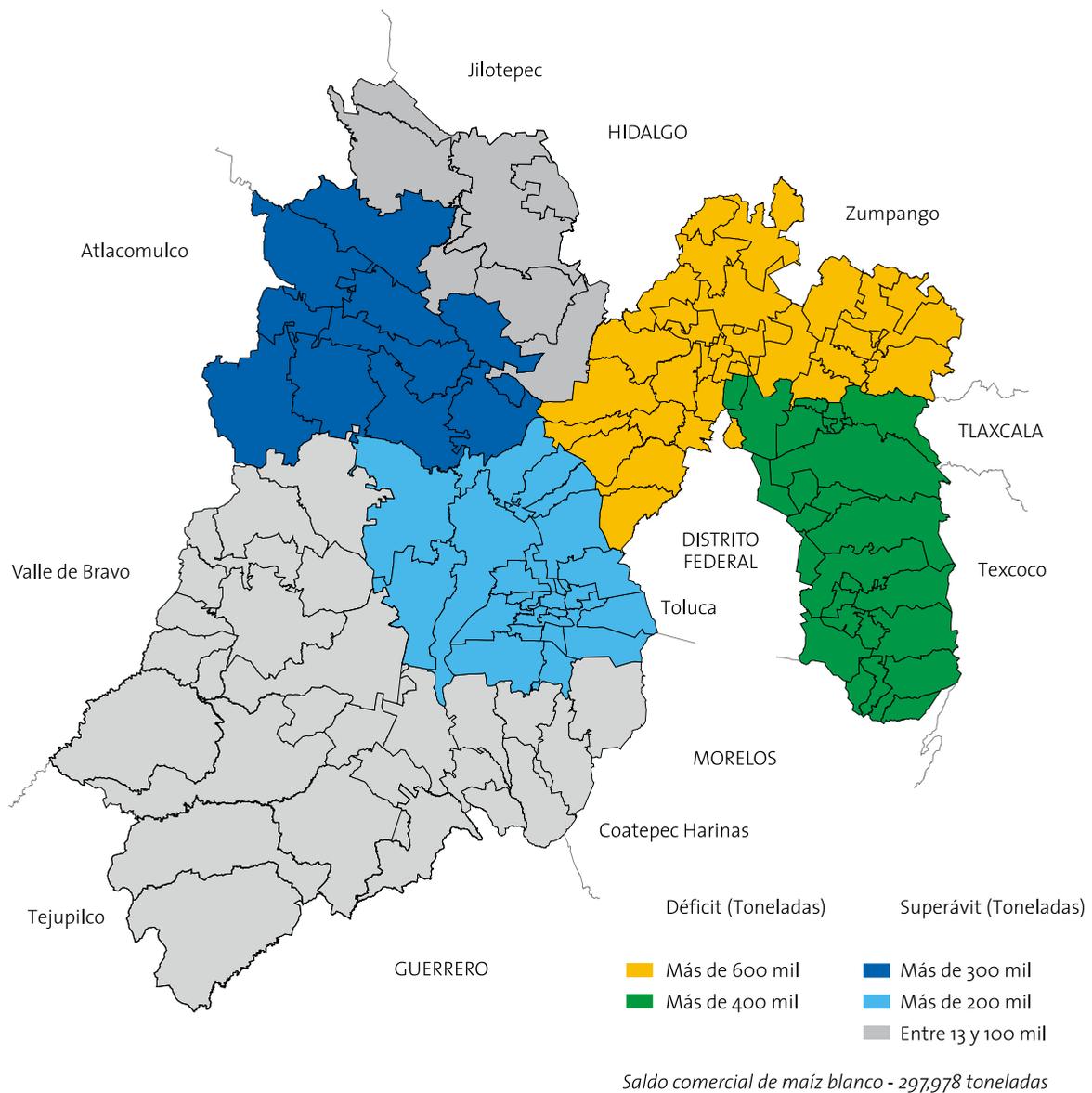


Figura 4. Déficit y superávit de maíz (*Zea mays* L.) blanco en el Estado de México por Distrito de Desarrollo Rural en el Estado de México.

registrado para maíz amarillo conciliado con el reportado por diversos autores (Cuadro 2.). Sin embargo, existen diferencias notables en cuanto a los rendimientos potenciales estimados con diferentes metodologías y autores; así, por ejemplo, se observa que las estimaciones del potencial productivo de 1992 reportadas por Colegio de Postgraduados (COLPOS) para el año 1992 (Cuadro 2) de 4.3 ton ha⁻¹, son notoriamente superiores a las estimaciones realizadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Gobierno del Estado de México, y por la metodología usada en la presente investigación. Con base en la metodología empleada (municipio líder), el ma-

yor potencial de crecimiento de la producción de maíz se presentó en Toluca y Texcoco, con una productividad 4.63 y 4.24 ton ha⁻¹, respectivamente.

Usando el rendimiento potencial y la superficie cosechada en 2008/2010, se obtuvo la producción potencial que se presenta en el Cuadro 2. Considerando el rendimiento potencial estimado y reportado por varias fuentes, la producción potencial se ubicaría en un rango que va de 1.68 a 2.31 millones de toneladas. Se observa que la producción potencial estimada con la metodología empleada en esta investigación de 1.98 millones de toneladas, es similar a la

Cuadro 2. Rendimiento y producción potencial por DDR en el Estado de México. Toneladas por hectárea.

DDR	COLPOS	INIFAP	GEM	Municipio Líder	COLPOS	INIFAP	GEM	Municipio Líder
Año	1992	P-V 2008	P-V 2004/07	2012	1992	P-V 2008	P-V 2004/07	2012
	Rendimiento potencial				Producción potencial de maíz blanco			
Atlacomulco	6.00	4.03	3.04	3.68	965,294	648,516	488,439	592,047
Coatepec de H.	3.00	3.60	3.33	3.94	88,171	105,746	97,870	115,798
Jilotepec	4.50	3.45	3.11	3.00	164,819	126,361	113,856	109,879
Tejupilco	2.30	3.77	3.83	2.72	114,793	187,994	191,322	135,755
Texcoco	4.77	2.82	2.38	4.24	151,060	89,382	75,447	134,275
Toluca	6.00	4.24	3.78	4.63	781,522	552,384	491,707	603,074
Valle de Bravo	3.20	3.00	2.47	3.44	157,137	147,370	121,126	168,922
Zumpango	4.61	3.28	2.99	3.79	195,138	138,881	126,387	160,428
Edo. de México	4.30	3.52	3.11	3.68	2,278,388	1,868,237	1,651,319	1,951,010
	Producción potencial de maíz amarillo				Producción potencial de maíz blanco y amarillo			
Atlacomulco	0	0	0	0	965,294	648,516	488,439	592,047
Coatepec de H.	0	0	0	0	88,171	105,746	97,870	115,798
Jilotepec	16,121	12,360	11,136	10,748	180,940	138,720	124,992	120,627
Tejupilco	0	0	0	0	114,793	187,994	191,322	135,755
Texcoco	9,356	5,536	4,673	8,316	160,415	94,917	80,120	142,591
Toluca	12,354	8,732	7,773	9,533	793,876	561,116	499,480	612,607
Valle de Bravo	0	0	0	0	157,137	147,370	121,126	168,922
Zumpango	0	0	0	0	195,138	138,881	126,387	160,428
Edo. de México	32,673	26,791	23,681	27,978	2,311,061	1,895,028	1,675,000	1,978,989
	Saldo comercial de maíz blanco				Saldo comercial de maíz amarillo			
Atlacomulco	847,597	530,819	370,742	474,350	0	0	0	0
Coatepec de H.	28,480	46,055	38,179	56,107	0	0	0	0
Jilotepec	121,325	82,867	70,362	66,385	15,862	12,101	10,877	10,489
Tejupilco	77,335	150,536	153,864	98,297	0	0	0	0
Texcoco	-356,487	-418,165	-432,100	-373,272	-38,108	-41,928	-42,791	-39,148
Toluca	542,883	313,745	253,068	364,435	-552,508	-556,130	-557,089	-555,329
Valle de Bravo	108,016	98,249	72,005	119,801	0	0	0	0
Zumpango	-591,981	-648,238	-660,732	-626,691	-622,985	-622,985	-622,985	-622,985
Edo. de México	437,622	27,471	-189,447	110,244	-1,202,897	-1,208,779	-1,211,889	-1,207,592

COLPOS: Colegio de Postgraduados.

INIFAP: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias.

GEM: Gobierno del Estado de México.

estimada por el INIFAP de 1.90 millones de toneladas. La diferencia entre la producción potencial y actual permite determinar los distritos con el mayor potencial de crecimiento; para el Estado de México dicha diferencia fue de 413 mil toneladas. Como se puede observar en los Cuadros 1 y 2, la producción potencial en todos los distritos es mayor a la actual, sobresaliendo Toluca (150 mil toneladas) y Atlacomulco (135 mil toneladas). En los distritos de Zumpango, Texcoco y Coatepec de Harinas la diferencia entre la producción potencial y actual se ubicó en un rango de 20 mil y 60 mil toneladas.

Considerando la producción potencial de maíz blanco y amarillo y el consumo observado en el año promedio 2008/2010, se obtiene el saldo de comercio; y, considerando la producción potencial de maíz blanco estimada con la metodología propuesta en la presente investigación, se observa que sólo Zumpango y Texcoco presentaron déficit por 626 mil y 373 mil toneladas, respectivamente. Las restantes seis regiones presentaron excedentes, siendo mayores en Atlacomulco y Toluca por 474 mil y 364 mil toneladas, respectivamente, lo que como entidad (Estado de México) registró excesos de maíz por 110 mil toneladas.

En el mercado de maíz amarillo se presentó una situación diferente. Como se puede observar en el Cuadro 2, Zumpango, Toluca y Texcoco presentaron un déficit por 622 mil, 555 mil y 39 mil toneladas, respectivamente. En este mercado, sólo Jilotepec presentó un exceso de oferta por 10 mil toneladas, como consecuencia del bajo nivel de consumo observado en la región. En el caso del maíz amarillo, el déficit estatal, de más de 1.2 millones de toneladas, tuvo que ser abastecido con importaciones provenientes de EUA. Sumando el exceso de maíz blanco (110 mil toneladas) y el déficit de maíz amarillo (1,208 mil toneladas), se observa que la entidad presenta un déficit de maíz mayor al millón de toneladas.

CONCLUSIONES

Estimaciones del potencial productivo de maíz en el Estado de México indican que es posible alcanzar la autosuficiencia de la entidad en el caso de maíz blanco; incluso, se obtendrían excedentes de maíz mayores a 100 mil toneladas que podrían ser exportados a regiones vecinas con mayor demanda. Debido a la baja producción de maíz amarillo en la entidad, el fuerte déficit comercial en este mercado seguirá existiendo, aun bajo una situación en la que se alcance la producción potencial. El Estado de Méxi-

co seguirá presentando un déficit de maíz por más de un millón de toneladas, el cual será solventado con importaciones en caso de que la producción nacional se mantenga constante.

LITERATURA CITADA

- FIRA. Fideicomisos Instituidos en relación con la agricultura. 2008. Situación Actual y Perspectivas de los Granos en México. Boletín Informativo, Número 223, Volumen XXXVII. Morelia, Michoacán. 89 p.
- García-Salazar J.A., Ramírez-Jaspeado R. 2012. Demanda de Semilla Mejorada de Maíz en México: Identificación de Usos y Zonas de Producción con Mayor Potencial de Crecimiento. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Texcoco, Estado de México. 156 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) 2009. Censo Económico 2009. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/ce_009/saic/default.asp?s=est&c=17166. Fecha de consulta: 29 de mayo de 2012.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2010a. Censo de Población y Vivienda 2010. Disponible en: <http://www.censo2010.org.mx/>. Fecha de consulta: 28 de marzo 2012.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2010b. Anuario Estadístico del Estado de México 2010. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos>. (Fecha de consulta: 28 de marzo 2012).
- Matus-Gardea J.A., Puente-González A. 1992. Análisis Estatal de los Efectos de la Política Económica y Bases de la Estrategia para la Conversión de la Agricultura, Estado de México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- SIAP-SAGARPA (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2011a. Información Básica, Agricultura, Producción anual. Disponible en: www.siap.sagarpa.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=15. Fecha de consulta: 8 de octubre de 2011.
- SIAP-SAGARPA (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2011b. Balanza Estatal Disponibilidad-Consumo del Estado de México 2006-2007. Información proporcionada por la Delegación de SAPARPA en el estado de México.
- SIAP-SAGARPA (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2011c. Información básica. Economía y Mercados. Seguimiento Oportuno del comercio exterior. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=50&Itemid=380. Fecha de consulta: octubre de 2011.
- SNIIM (Sistema Nacional de Información e Integración de mercados). 2009. Información de Precios de Tortilla en Tortillerías y Autoservicios de México. Disponible en: <http://www.economia-sniim.gob.mx/Tortilla.asp>. Fecha de consulta: octubre de 2011.
- Soria-Ruiz J. 2009. Mapeo de rendimientos de maíz en el Estado de México. INIFAP. Informe final de resultados del ciclo agrícola P-V 2008. Laboratorio de Geomática-INIFAP. Zinacantepec, Estado de México. 194 p.



HUERTO COMERCIAL HIDROPÓNICO:

UNA ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS EN INVERNADERO

Moreno-Pérez, E.C.¹, Sánchez del Castillo, F.¹, Blancas, C.M.E.¹, Vásquez, S.A.¹,
González-Molina L.¹, Montalvo-Hernández, D.¹

¹Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, México. C.P. 56230. México.

Autor responsable: fsanchezdelcastillo@yahoo.com.mx

RESUMEN

Se describen resultados de un sistema de producción comercial hidropónico en condiciones de invernadero, cultivando al mismo tiempo dos unidades con una misma solución nutritiva para producción continua, a diferentes densidades de población y concentraciones de la solución nutritiva. Se utilizaron especies de hortalizas de hoja, bulbo e inflorescencia. Se midieron variables morfológicas y componentes del rendimiento en experimentos independientes, utilizando un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y unidad experimental de 1 m². Se analizó con la varianza y comparaciones de medias (Tukey P=0.05). Es posible producir diferentes especies de hortalizas de hoja, bulbo e inflorescencia, con la misma solución nutritiva base al 75% de su concentración, compartiendo el mismo espacio de invernadero.

Palabras clave: Huerto, Invernaderos, Hidroponía, hortalizas.

INTRODUCCIÓN

Considerando algunas limitantes para la agricultura, tales como topografía, precipitación insuficiente o errática, heladas, salinidad, mal drenaje, contaminación agotamiento de mantos freáticos en zonas de riego y, en general, poca superficie agrícola por productor, se plantea que el futuro de la agricultura de especies de alto valor económico puede sustentarse en el uso de tecnologías de producción intensivas apropiadas para predios pequeños que reduzcan el riesgo de producir en condiciones limitantes de suelo o clima (Sánchez y Ponce, 1998).

Debido a los beneficios que la agricultura protegida ofrece, tales como altos rendimientos y calidad, mayores niveles de sanidad e inocuidad en los productos obtenidos, mayor seguridad de la producción, independencia del suelo, clima, acceso a mejores mercados y potencial de alta rentabilidad económica (Hanan, 1998; Von Zabeltitz, 2011), en México este sector está creciendo significativamente, alcanzando superficies de 20,000 ha⁻¹ bajo cubierta, de las cuales 12,000 son de invernaderos (AMPHAC, 2013; Ponce, 2013). En condiciones de invernadero, la técnica de la hidroponía o cultivo sin suelo gana más aceptación cada año con respecto a la producción en suelo, sobre todo por su eficiencia en el control de riego, nutrición mineral, ausencia inicial de plagas (insectos, microorganismos y malezas) y facilidad de esterilización de los sustratos, entre otros (Alarcón, 2006; Raviv y Lieth, 2008).

De acuerdo con Ponce (2013), 75% de la superficie de invernaderos se cultiva con jitomates (*Solanum lycopersicum*), sobre todo en regiones geográficas del sur y sureste de México, donde cerca de 86% de los productores de hortalizas en invernadero cuentan con menos de media hectárea. Lo

anterior genera un crecimiento explosivo de la superficie de invernadero que, a su vez, ocasiona aumento en la producción anual de jitomate, afectando a productores pequeños y medianos, debido principalmente a la competencia con la producción de campo abierto, afectando los índices de rentabilidad y espacios y ventanas de oportunidad en el mercado. Para que los pequeños y medianos productores en invernadero obtengan beneficios económicos, es necesario contar con sistemas de producción alternativos a los que manejan las grandes empresas de invernaderos que se basan generalmente en un solo cultivo en grandes superficies. En función de lo anterior, se ha desarrollado un sistema de producción intensiva de hortalizas bajo condiciones hidropónicas (HCH) en invernadero, que consiste en cultivar al mismo tiempo y hasta en dos invernaderos, con una solución nutritiva, mismo sustrato y sistema de riego, diversas especies de hortalizas, lo cual facilita cosechar de manera continua, todo el año (Figura 1). Esta tecnología está orientada para que los pequeños y medianos produc-

tores de invernadero puedan abastecer los mercados regionales o locales, ofreciendo precios de venta de consumidor final.

Además de las ventajas propias del uso de la hidroponía bajo invernadero (Hanan, 1998; Urrestarazu, 2004; Castilla, 2005; Alarcón, 2006), el HCH facilita que el usuario planifique su producción en función de lo que puede vender de acuerdo con su mercado, con-

siderando las especies más rentables; asimismo, al involucrar diversidad, se logra mayor estabilidad financiera debido a que la fluctuación de precios se compensa entre las diversas hortalizas. El HCH permite fomentar el desarrollo regional, el autoempleo, activa los mercados locales y reduce el arrastre por transporte de los productos a largas distancias (Ucán *et al.*, 2005; Vázquez *et al.*, 2007), (Sánchez *et al.*, 2006; Ortiz *et al.*, 2009) (Cruz *et al.*, 2005; Reséndiz *et al.*, 2010). Para contribuir en lo anterior, usando el HCH se evaluaron diferentes densidades de población



Figura 1. Huerto comercial hidropónico, mostrando diferentes especies, creciendo en el mismo espacio y tiempo.

y concentraciones de soluciones nutritivas en especies de hortalizas de hoja, bulbo e inflorescencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en invernaderos del Instituto de Horticultura del Departamento de Fitotecnia, ubicado en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo. Se establecieron experimentos independientes para evaluar diferentes densidades de población y concentraciones de solución nutritiva para las siguientes especies: acelga (*Beta vulgaris* var, *Cycla*), variedad Fordhook; betabel (*Beta vulgaris* L.), variedad Crosby egyptian; cebolla cambray (*Allium cepa* L.), variedad Blanca de cojumatlán; cilantro (*Coriandrum sativum*), variedad canadiense; frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.), variedad Strike; lechuga tipo europea (*Lactuca sativa*), variedad Corbera; rábano (*Raphanus sativus*), variedad Champion; brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), variedad Hy-liberty; col (*Brassica oleracea* var. *capitata*), variedad Copenhagen market; chícharo (*Pisum sativum* L.), variedad Early perfection; y espinaca (*Spinacea oleracea*), variedad Viroflay. Como contenedores de sustrato se utilizaron camas de 1.2 m de ancho por 22 m de largo, elevadas sobre el terreno a 0.3 m rellenas con arena de tezontle rojo con partículas de 2 a 4 mm de diámetro en promedio, y sistema de riego por goteo basado en cintillas con emisores a cada 20 cm (Figura 2).

En todos los experimentos, las plantas fueron irrigadas con una solución nutritiva al 100% que contenía en 200 mg L⁻¹ de nitrógeno, 60 mg L⁻¹ de fósforo, 250 mg L⁻¹ de potasio, 250 mg L⁻¹ de calcio, 60 mg L⁻¹ de magnesio, 200 mg L⁻¹ de azufre, 3 mg L⁻¹ de hierro, 0.5 mg L⁻¹ de boro, 0.5 mg



Figura 2. Panorámica de camas de cultivo, sustrato y sistema de riego usado en las evaluaciones del huerto (HCH).

L⁻¹ de manganeso, 0.01 mg L⁻¹ de cobre y 0.01 mg L⁻¹ de zinc (Sánchez y Escalante, 1988). Además del anterior, para el caso de los experimentos de concentración de soluciones nutritivas se usaron tratamientos con concentraciones al 75% y 50%. Las siembras fueron directas o de trasplante, dependiendo de la especie cultivada. En este último caso, las plántulas fueron obtenidas en charolas de poliestireno de 200 cavidades, utilizándose como sustrato una mezcla de peat moss® y perlita® en proporción volumétrica 2:1. Para cada una de las especies consideradas, se evaluó el efecto sobre el crecimiento y rendimiento de tres densidades de población como plantas m² útil⁻¹: acelga (16, 20 y 30), betabel (30, 42 y 56), cebolla cambray (132, 198 y 396), cilantro (1575, 1750 y 1925), frijol ejotero (20, 30 y 54), lechuga tipo mantequilla (30, 42 y 56) y rábano (81, 99 y 126).

En otros experimentos con las mismas especies, excepto acelga, cilantro y frijol ejotero, se evaluó el efecto sobre el crecimiento y rendimiento de tres concentraciones de solución nutritiva al 100%, 75% y 50% de la antes mencionada, y en cada experimento se aplicó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y la unidad experimental fue de 1 m² útil. Las densidades de población para cada especie fueron: acelga, 30; betabel 56; cebolla cambray, 396; cilantro, 1925; rábano, 126; frijol ejotero, 30; lechuga mantequilla, 30; lechuga orejona, 14; espinaca, 110; brócoli, 10; col, 8; y chícharo, 63. Se evaluaron variables morfológicas que diferían según la especie, así como variables de rendimiento y sus componentes. En cada variable se hicieron análisis de varianza y comparaciones de medias de Tukey (P=0.05) con el paquete estadístico SAS (1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Densidades de población

El Cuadro 1 presenta la comparación de medias del rendimiento obtenidas en cada especie bajo estudio. Con excepción de la col y chícharo, el mayor rendimiento se obtuvo con la densidad más alta evaluada, atribuido a mayor aprovechamiento por las plantas de la radiación solar desde etapas tempranas del

desarrollo (Janick *et al.*, 1981). Lo anterior es coincidente con lo registrado por autores como Mack y Varseveld (1982), Martinac y Borosic (1986) y Russo (2008), quienes señalan que, dentro de cierto rango, las plantas manejadas en alta densidad en un ambiente sin limitaciones climáticas, como las que se dan en invernadero, incrementan su rendimiento por unidad de superficie. El mismo Cuadro 1 indica que al aumentar la densidad, en la mayoría de las especies hubo una disminución en el rendimiento por planta, indicativo de cierto grado de competencia por radiación fotosintéticamente activa (RFA), producto de un mayor índice de área foliar (IAF); sin embargo, este decremento no fue tan importante, de manera que el rendimiento por unidad de superficie aumentó por mayor número de plantas.

Los resultados concuerdan con lo registrado por Gardner *et al.* (1986), Cebula (1995) y Jolliffe y Gaye (1995), en el sentido de que, dentro de un cierto rango, los aumentos en densidad de población se traducen en menor rendimiento por planta, pero mayor por unidad de superficie. Cruz *et al.* (2005) reportan una disminución del orden de 50% en rendimiento por planta, y un incremento en el mismo porcentaje sobre el rendimiento por m² al variar la densidad de 3 a 15 plantas m⁻² de chile pimiento despuntadas por arriba de la tercera bifurcación, atribuyendo a que con ese manejo de despunte, la competencia por RFA entre las plantas en alta densidad no era tan fuerte, pues el dosel apenas alcanzó un IAF de tres a la densidad de 15 plantas m⁻². De manera similar, trabajando con plantas de pepino (*Cucumis sativum*), despuntado a 1 m de altura, Ortiz *et al.* (2009) encontraron

Cuadro 1. Rendimiento de diferentes especies hortícolas con base en altas densidades de población.

Plantas m ⁻²	Acelga (g m ⁻²)	Plantas m ⁻²	Betabel (g m ⁻²)	Plantas m ⁻²	Cebolla cambray (g m ⁻²)
30	4509.0 a	56	5078.4 a	396	18040.0 a
20	3344.2 b	42	4054.7 ab	198	13860.0 ab
16	3140.9 b	30	3520.7 b	132	11440.0 b
DMS	1339.2	DMS	1517.3	DMS	5144
Plantas m ⁻²	Cilantro (g m ⁻²)	Plantas m ⁻²	Rábano (g m ⁻²)	Plantas m ⁻²	Frijol ejotero (g m ⁻²)
1925	6688.0 a	126	2851.2 a	30	4100.0 a
1750	5414.0 ab	99	2371.1 b	25	2534.0 ab
1575	3588.0 b	81	2068.7 c	15	1429.0 b
DMS	3110	DMS	272	DMS	1826.6
Plantas m ⁻²	Lechuga mantequilla (g m ⁻²)	Plantas m ⁻²	Lechuga orejona (g m ⁻²)	Plantas m ⁻²	Espinaca (g m ⁻²)
56	6346.7 a	16	7880.0 a	110	9830.0 a
42	4020.0 b	14	7870.0 a	55	5010.0 b
30	4232.5 b	12	6800.0 b	35	3390.0 b
DMS	841.5	DMS	760	DMS	1930.0
Plantas m ⁻²	Brócoli (g m ⁻²)	Plantas m ⁻²	Col (g m ⁻²)	Plantas m ⁻²	Chicharo (g m ⁻²)
14	3600.0 a	17	12780.0 a	125	4480.0 a
10	3080.0 b	11	12760.0 a	63	3810.0 a
7	2200.0 b	8	12590.0 a	42	3660.0 a
DMS	850	DMS	4200	DMS	2020.0

DMS=Diferencia Mínima Significativa.

Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales (Tukey P=0.05).

que el rendimiento por planta disminuyó 45%; sin embargo, el rendimiento por unidad de superficie fue igual al aumentar la densidad de población de nueve a 16 plantas m^{-2} útil.

La comparación de medias para densidad de población (datos no presentados) indicaron que en acelga no hubo diferencias significativas en peso fresco ni en diámetro de planta; en betabel el peso y el diámetro de bulbo fueron el mismo; en cilantro no hubo diferencia en altura de planta; en frijol ejotero el peso seco de planta y el área foliar fue la misma; en brócoli se tuvo el mismo diámetro de inflorescencia. En lechuga mantequilla, tanto el ancho como el peso fresco de planta fue mayor con 30 plantas m^{-2} , respecto a 56 plantas m^{-2} ; no obstante, el rendimiento por unidad de superficie fue mayor en esta última debido al mayor número de plantas establecidas. En col, tanto el diámetro como el peso de cabeza fueron mayores con ocho plantas m^{-2} respecto a 17 plantas m^{-2} . En espinaca la longitud de hoja

aumentó con 100 plantas m^{-2} respecto a 33 plantas m^{-2} , posiblemente como efecto de etiolación y no del crecimiento.

Experimentos de concentraciones de la solución nutritiva

El Cuadro 2 muestra que para la mayoría de las hortalizas evaluadas no existieron diferencias significativas en rendimiento por unidad de superficie al usar soluciones nutritivas entre 50 y 100% de concentración. Sólo en betabel y rábano se registró mayor rendimiento con la solución nutritiva al 100%, aunque sin diferencias estadísticas respecto a la solución al 75%, ya que el peso de bulbo de betabel y rábano fue semejante con ambas soluciones.

En cebolla cambray y lechuga europea bastó una solución nutritiva de 50% para alcanzar el mayor rendimiento. Incluso se observó un aumento de la concentración de la solución nutritiva; el rendimiento disminuyó de manera significativa, atribuible a que estas especies son poco tolerantes a

la salinidad (Maynard y Hochmuth, 2007), la cual se puede acrecentar a nivel de rizosfera entre un riego y otro, pues la transpiración y sobre todo la evaporación en las camas y con un sustrato rugoso, como el te-zontle, ocasionan que la humedad del riego se evapore con mayor rapidez, dejando mayor concentración de sales (Lieth y Oki, 2008; Silber y Bar-Tal, 2008).

Considerando que la solución nutritiva representa un porcentaje importante en el costo de producción y que el rendimiento no se ve afectado al disminuir 25%, se sugiere usar la concentración de la solución madre o base al 75% en el manejo del sistema de producción de huerto comercial hidropónico (HCH) para todas estas especies de hortalizas. Los resultados obtenidos de esta investigación han sido validados con éxito de manera comercial, al utilizar las densidades de población que mejor resultaron según la especie y manejando la solución nutritiva al 75% de su concentración normal (Figura 3).

Cuadro 2. Comparaciones de medias del rendimiento entre diferentes concentraciones de la solución nutritiva para distintas especies del huerto.

Concentración de la solución nutritiva	Betabel (Kg m^{-2})	Cebolla cambray (Kg m^{-2})	Lechuga europea (Kg m^{-2})	Lechuga orejona (Kg m^{-2})	Rábano (Kg m^{-2})
100	10.9 a	2.13b	6.88b	4.27 a	3.31a
75	9.02ab	2.11b	7.29ab	4.98 a	2.99ab
50	8.10b	3.17a	9.00a	4.39 a	2.32b
DMS	2.3	0.85	2.09	1.85	0.87
Concentración de la solución nutritiva	Brócoli (kg m^{-2})	Chícharo (kg m^{-2})	Col (kg m^{-2})	Espinaca (kg m^{-2})	
100	2.08 a	3.69 a	10.85 a	11.88 a	
75	1.96 a	2.92 a	12.18 a	11.33 a	
50	1.92 a	2.99 a	9.49 a	8.91 a	
DMS	0.74	1.10	4.53	5.67	

DMS=Diferencia Mínima Significativa.

Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales (Tukey $P=0.05$).



Figura 3. A: Huerto comercial hidropónico en Tecamac, Estado de México, México. B: Huerto comercial hidropónico en Acatzingo, estado de Puebla, México.

CONCLUSIONES

LOS resultados hasta ahora obtenidos permiten concluir que es posible producir especies hortícolas de hoja y bulbo, usando una sola solución nutritiva base al 75% de su concentración, compartiendo el mismo espacio de invernadero, y que las densidades de población (plantas m⁻² útil) sugeridas son: acelga, 30; betabel, 42; cebolla cambray, 198; cilantro, 1,750; rábano, 126; frijol ejote-ro, 25; lechuga tipo mantequilla, 56; lechuga orejona, 14; espinaca, 110; brócoli, 14; col, 8; y chícharo, 42.

LITERATURA CITADA

- Alarcón V.A. 2006. Proyectos en cultivo sin suelo ¿Cómo empezar? In: Alarcón, V. A. (Coordinador). Cultivos sin Suelo. Compendios de Horticultura 17. Ediciones de Horticultura, S. L. Reus, España. pp: 11-21.
- AMPHAC. 2013. México boasts nearly 21 thousand hectares under protected agriculture. <http://www.houseofproduce.com/news/production/?storyid=141>. (página web soportada por AMPHAC y SAGARPA).
- Castilla N. 2005. Invernaderos de Plástico. Tecnología y Manejo. Mundi-Prensa. Madrid. España. 462 p.
- Cebula S. 1995. Optimization of plant and shoot spacing in greenhouse production of sweet pepper. Acta Hort. 412:321-329.
- Cruz-Huerta N., Ortiz-Cereceres J., Sánchez-del Castillo F., Mendoza-Castillo, M. C. 2005. Biomasa e índices fisiológicos en chile morrón cultivado en altas densidades. Revista Fitotecnia Mexicana 28: 287-293.
- Gardner F., Pearce R., Mitchel L. 1986. Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press. EUA. 327 p.
- Hanan J.J. 1998. Greenhouses. Advanced Technology for Protected Horticulture. CRC Press. Boca Raton, Florida, EUA. 684 p.
- Janick J., Schery R.W., Woods F.W., Ruttan V.W. 1981. Plant Science. An Introduction to World Crops. 3ª edición. W. H. Freeman and Company. New York, USA. 868 p.
- Jolliffe P.A., Gaye, M.M. 1995. Dynamics of growth and yield components of bell peppers (*Capsicum annuum* L.) to row covers and population density. Sci. Hort. 62:153-164.
- Maynard D., Hochmuth G. 2007. Knott's Handbook for Vegetable Growers (Fifth edition). John Wiley and Sons. New Jersey. EUA. 621 p.
- Lieth H., Oki L. 2008. Irrigation in soilless production. In: Raviv, M. and Lieth H. (editors). Soilless Culture Theory and Practice. Elsevier. Amsterdam, The Netherlands. pp: 117-156.
- Mack H.J., Varseveld G.W. 1982. Response of bush snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.) to irrigation and plant density. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:286-290.
- Martinac V., Borosic J. 1986. The Effect of Plant Density on the Lettuce Yields Growing in the Glasshouse. Acta Horticultura 176:125-131.
- Ortiz C.J., Sánchez del C.F., Mendoza C.C., Torres G.A. 2009. Características deseables de plantas de pepino crecidas en invernadero e hidroponía en altas densidades de población. Revista Fitotecnia Mexicana 32(4): 289-294.
- Ponce C.P. 2013. Panorama de la Agricultura Protegida en México. <http://www.hortalizas.com/articulo/35512/panorama-de-la-agricultura-protegida-en-mexico>.
- Raviv M., Lieth H. 2008. Significance of soilless culture in agriculture. In: Raviv, M. and Lieth H. (eds.). Soilless Culture Theory and Practice. Elsevier. Amsterdam, The Netherlands. pp: 1-11.
- Reséndiz M.R.C., Moreno P.E. del C, Sánchez, del C.F., Rodríguez P.J.E., Peña L.A. 2010. Variedades de pimiento morrón manejadas con despunte temprano en dos densidades de población. Revista Chapingo, Serie Horticultura. 16(3):223-229.

- Russo V.M. 2008. Plant density and nitrogen fertilizer rate on yield and nutrient content of onion developed from greenhouse-grown transplants. HortScience 43:1759-1764.
- Sánchez del C.F., Escalante R.E.R. 1988. Un sistema de producción de plantas: hidroponía principios y métodos de cultivo. Universidad Autónoma Chapingo. 3ra Ed. Dirección de difusión cultural. Dirección de Patronato Universitario. México. pp. 194.
- Sánchez del C.F., Ponce O.J., 1998. Densidades de población y niveles de despunte en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en hidroponía. Revista Chapingo, Serie Horticultura 4(2):89-94.
- Sánchez del C.F., Moreno P.E., Contreras-Magaña E., Vicente G.E. 2006. Reducción del ciclo de crecimiento en pepino europeo mediante trasplante tardío. Revista Fitotecnia Mexicana 29 (2):87-90.
- SAS. 1998. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, South Central Agricultural Research Laboratory, 911 Highway 3W, Lane, OK 74555, EUA.
- Silber A., Bar-Tal A. 2008. Nutrition of substrate-grown plants. In: Raviv, M. and Lieth H. (editors). Soilless Culture Theory and Practice. Elsevier. Amsterdam, The Netherlands. pp: 291-342.
- Ucán CH.I., Sánchez del C.F., Corona S.T., Contreras M.E. 2005. Efecto del manejo de relaciones fuente-demanda sobre el tamaño de fruto de jitomate. Fitotecnia Mexicana 28 (1):33-38.
- Vázquez R.J., Sánchez del C.F., Moreno P.E. del C. 2007. Producción de Jitomate en Doseles Escaleriformes bajo Invernadero. Revista Chapingo, Serie Horticultura 13(1):55-62.
- Von Zabeltitz CH. 2011. Integrated Greenhouse Systems for Mild Climates. Springer. Heidelberg, Alemania. 366 p.





AVISPAS ICHNEUMONOIDEAS

QUE ATACAN AL GUSANO COGOLLERO (*SPODOPTERA FRUGIPERDA*)
EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*ZEAMAYS L.*) EN MÉXICO

Rodríguez-Mota, A.J.¹; Ruíz-Cancino, E.¹; Coronado-Blanco, J.M.¹; Treviño-Carreón, J.¹; Khalaim-Andrey, I.^{1,2}

¹Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Centro Universitario Adolfo López Mateos, Cd. Victoria, Tamaulipas, México, C.P. 87149. ²Academia de Ciencias de Rusia. Instituto Zoológico. 199034 San Petersburgo, Rusia.

Autor responsable: arelyrdzmota@gmail.com

RESUMEN

Las avispas ichneumonoideas son de importancia económica en el control biológico de insectos plaga, ya que regulan las poblaciones de sus hospederos, como es el caso del gusano cogollero en el maíz (*Spodoptera frugiperda*) en México, donde es controlado por 31 especies de avispas ichneumonoideas. Los daños que esta plaga le ocasiona al cultivo derivan en pérdidas en la producción de grano. El control biológico de este gusano es una alternativa amigable con el medio ambiente.

Palabras clave: insectos benéficos, gusano, control biológico.



INTRODUCCIÓN

Algunas especies de avispas se han considerado como insectos dañinos o causantes de temor para los humanos, por el hecho de que poseen un potente aguijón; sin embargo, contrariamente a lo que se piensa, la mayoría de las avispas son benéficas debido a que atacan a otros insectos que pueden llegar a ser dañinos para los cultivos de gramíneas (Poáceas), leguminosas (Fabáceas) y especies de hortalizas. Algunas de estas avispas pertenecen a la superfamilia Ichneumonoidea, la cual es de importancia económica en el control de insectos plaga (Pérez-Urbina, 2011; Ruíz, 2010).

Uno de los cultivos de mayor importancia económica y social en México es el maíz (*Zea mays* L.) (Poaceae), el cual es atacado por el gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), que se alimenta dentro del cogollo (parte apical y de crecimiento de la planta) del maíz, dañando los tejidos que formarán la mazorca y afectando el desarrollo de la planta (Cruz, 2009), causando pérdidas de producción que llegan a ser totales (Cardona *et al.*, 2013). Para controlar las poblaciones del gusano cogollero se utilizan insecticidas de origen sintético (químicos), pero su uso indiscriminado puede generar la resistencia del gusano y le permite sobrevivir aun después de las aplicaciones, ya que descompone las moléculas de los insecticidas (León-García, 2012); además de no afectar totalmente a la plaga, lo anterior favorece la muerte de sus enemigos naturales y contamina fuentes de agua superficial y subterránea (Pimentel, 1995), por lo que el uso de insumos biológicos para su control es una alternativa viable. Los beneficios del control biológico consisten en que no genera resistencia de las plagas, no contamina el ambiente (Badii y Abreu, 2006), y no representa una amenaza a las personas que laboran en campo directamente con el cultivo al no haber contacto con agentes tóxicos y, además, los productos alimenticios están libres de residuos químicos.

Gusano cogollero en el cultivo del maíz en México

El maíz es considerado el cultivo agrícola más importante de México, desde el punto de vista alimentario, industrial, político y social (Vital *et al.*, 2013). Es originario del Continente Americano y es un cultivo básico para los mexicanos que ofrece los elementos esenciales para la dieta humana (CEDAF, 1998). De las plagas que atacan al cultivo del maíz, el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) es la de mayor importancia porque se presenta anualmente, afectando los cultivos de maíz (Lezama *et al.*, 2004), y es considerado

uno de los insectos más perjudiciales de la familia Noctuidae, debido a que puede desarrollarse en una amplia diversidad de plantas hospederas, prefiriendo al cultivo del maíz (Carrillo-Sánchez, 1993).

Ciclo biológico del gusano cogollero

Su ciclo de vida es de entre 19 y 48 días, dependiendo de la temperatura ambiental; y se reduce si se presentan temperaturas cálidas. Los adultos son palomillas de aproximadamente 3.75 cm de extensión alar; en el macho las alas son de color pardo claro con marcas oscuras, mientras que en la hembra son oscuras y grisáceas. Los huevecillos son puestos en el envés y menos frecuentemente en el haz de las hojas o en los tallos de la planta de maíz. Las larvas son de color pardo oscuro con líneas longitudinales y la cabeza es de color negro en los últimos estadios; como larvas duran de dos a tres semanas y, posteriormente, se entierran aproximadamente una semana para pupar. Puede haber más de seis generaciones al año. Es de hábitos nocturnos, por lo que el daño que genera en las espigas y en el lote puede pasar desapercibido por el productor durante las horas de trabajo (CEDAF, 1998).

Avispas ichneumonoideas que atacan al gusano cogollero

Las especies de avispas ichneumonoideas son parasitoides que habitan en la mayoría de los ecosistemas terrestres, excepto en la Antártida (Shaw y Huddleston, 1991). Los individuos adultos se alimentan de néctar o polen (Gallo, 2002); sin embargo, en sus primeros estadios necesitan de un hospedero para su desarrollo. La importancia ecológica de estas avispas radica en los efectos reguladores que tienen sobre las poblaciones de sus hospederos (Delfín y Burgos, 2000). Autores como Ashley (1979) mencionan que el gusano cogollero es atacado por 53 especies de parasitoides de 43 géneros y 10 familias (ver parte en el Cuadro 1). Diversos estudios revelan que *Chelonus insularis* Cresson (Braconidae) y *Campoletis sonorensis* (Cameron) (Ichneumonidae) se presentan con mayor abundancia, siendo más efectiva la avispa del género *Chelonus* sp., (Figura 1) en el control del gusano cogollero en cultivos de maíz para México, con porcentajes de parasitismo que van desde 4% hasta 22% (Bahena, 2003; Cruz, 2009; Molina-Ochoa *et al.*, 2004; Ríos-Velazco *et al.*, 2011). En Nayarit, México, Estrada *et al.* (2013) reportan a *Cotesia* sp., *Chelonus insularis*, *Pristomerus spinator*, *Campoletis* sp., e *Hyposoter* sp., como parasitoides del gusano cogollero.

Control biológico del gusano cogollero

En Estados Unidos de América (EUA) se están desarrollando estudios referentes al control biológico del gusano

Cuadro 1. Especies de avispas de las familias Braconidae e Ichneumonidae que atacan al gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) del maíz en México.

Braconidae	Ichneumonidae
<i>Alabagrus stigma</i> (Brullé)	<i>Anomalon ejuncidum</i> Say
<i>Aleiodes laphygmae</i> (Viereck)*	<i>Campoletis flavicincta</i> (Ashmead)*
<i>Aleiodes vaughani</i> (Muesebeck)*	<i>Campoletis sonorensis</i> (Cameron)*
<i>Bracon kirkpatricki</i> (Wilkinson)	<i>Diapetimorpha introita</i> Cresson*
<i>Chelonus cautus</i> Cresson*	<i>Eiphosoma dentator</i> (Fabricius)
<i>Chelonus insularis</i> Cresson*	<i>Eiphosoma laphygmae</i> Costa Lima
<i>Chelonus sonorensis</i> Cameron	<i>Eiphosoma vitticolle</i> Cresson*
<i>Cotesia marginiventris</i> (Cresson)*	<i>Enicospilus flavus</i> (Fabricius)
<i>Exasticolus fuscicornis</i> (Cameron)*	<i>Hyposoter exiguae</i> Viereck
<i>Homolobus truncator</i> (Say)*	<i>Microcharops anticarsiae</i> Gupta
<i>Meteorus autographae</i> Muesebeck*	<i>Microcharops bimaculatus</i> (Ashmead)
<i>Meteorus laphygmae</i> Viereck*	<i>Netelia chloris</i> (Olivier)
<i>Protapanteles militaris</i> (Walsh)*	<i>Netelia sayi</i> (Cushman)
<i>Stantonia rossa</i> Braet & Quicke	<i>Ophion flavidus</i> Brullé*
<i>Toxoneuron bicolor</i> Szépligeti	<i>Pristomerus spinator</i> (Fabricius)*
	<i>Temelucha grapholitae</i> (Cushman)*

Fuente: Perales y Arredondo (1999); Yu *et al.* (2012).

*: Localizadas en maíz.

especie también se distribuye en el territorio mexicano, en los estados de Puebla (Chietla), Tabasco (Macultepec), Tamaulipas (Hidalgo, Jaumave, Llera, Soto la Marina, Victoria, Gómez Farías, Miquihuana), Veracruz (Tuxpan, Chacoaco, Higueral, Juana Moza) y Yucatán (Mocochá), por lo que representa un recurso potencial para el control biológico de esta plaga (Kasparyan y Ruíz, 2005; Ruíz, 2010). Es importante resaltar que *Diapetimorpha introita* se ha registrado su presencia desde los 300 hasta los 2,000 m de altitud, por lo que puede estar adaptada a sobrevivir y parasitar al gusano cogollero en diversos ambientes; además, se ha colectado en todas las estaciones del año, con mayor presencia en verano y otoño, por lo que puede atacar las pupas del gusano cogollero en los dos ciclos de cultivo del maíz (primavera-verano y otoño-invierno). Cabe destacar que no sólo ataca al gusano cogollero, sino que también parasita pupas de gusano soldado (*S. exigua*) (Carpenter y Bloem, 2003; Carpenter *et al.*, 2001; Ferkovich *et al.*, 1999) (Figura 2).



Figura 1. Avispa del género *Chelonus* (Braconidae).

cogollero, utilizando la especie *Diapetimorpha introita* (Figura 2), criada con gusano cogollero o con dieta artificial, y que ataca principalmente las pupas de esta plaga. En un estudio en jaulas de campo, las avispas se expusieron a kairomonas de gusano cogollero; antes de colocarlas en las jaulas atacaron al cogollero, reduciendo su población en más de 65% (Carpenter y Bloem, 2003; Carpenter *et al.*, 2001; Ferkovich *et al.*, 1999; Gelman *et al.*, 2000). Se ha registrado que esta



Figura 2. Hembra de *Diapetimorpha introita* (Ichneumonidae).

CONCLUSIONES

En la República Mexicana el gusano cogollero es atacado por diversos enemigos naturales, incluyendo 15 especies de braconidos y 16 especies de ichneumonidos.

Las especies *Chelonus insularis* y *Campoletis sonorensis* se presentan con mayor abundancia en los estados del centro y sur del país. En EUA se ha probado a ichneumonido *Diapetimorpha introita* como control biológico del gusano cogollero, por lo que se recomienda estudiar esta avispa benéfica para conocer las posibilidades de su utilización en México. También se pueden criar los braconidos del género *Chelonus* spp. para conocer su efectividad en campo.

LITERATURA CITADA

- Ashley T.R. 1979. Classification and distribution of fall armyworm parasites. Florida Entomologist 62: 114-123.
- Badii M.H., Abreu J.L. 2006. Control biológico una forma sustentable de control de plagas. International Journal of Good Conscience 1: 82-89.
- Bahena-Juárez F. 2003. Control biológico de las plagas del maíz en México: el caso del "Gusano cogollero" *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Impactos del Libre Comercio, Plaguicidas y Transgénicos en la Agricultura de América Latina, México. pp. 241-255.
- Cardona W., Kattan G., De Ulloa P.C. 2013. Non-pollinating Fig Wasps Decrease Pollinator and Seed Production in *Ficus andicola* (Moraceae). Biotropica 45: 203-208.
- Carpenter J.E., Bloem S. 2003. Performance of natural enemies reared on artificial diets. 1st International Symposium on Biological Control of Arthropods. USA. pp. 143-149.
- Carpenter J.E., Ferkovich S.M., Greany P.D. 2001. Fecundity and longevity of *Diapetimorpha introita* (Cresson) (Hymenoptera: Ichneumonidae) reared on artificial diets: effects of a lipid extract from host pupae and culture media conditioned with an insect cell line. Florida Entomologist 84: 43-49.
- Carrillo-Sánchez J.L. 1993. Síntesis del control biológico de *Heliothis* spp. y *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en México. Folia Entomológica Mexicana 87: 85-93.
- CEDAF (Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal). 1998. Cultivo del maíz. República Dominicana. 44 pp.
- Cruz S.E. 2009. Evaluación del parasitismo natural en *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz. Instituto Politécnico Nacional. México. 47 pp.
- Delfín G.H., y Burgos R.D. 2000. Los braconidos (Hymenoptera: Braconidae) como grupo parámetro de biodiversidad en las selvas deciduas del trópico: una discusión acerca de su posible uso. Acta Zoológica Mexicana 79: 43-56.
- Estrada V.O., Cambero-Campos J., Robles-Bermúdez A., Ríos-Velasco C., Carvajal-Cazola C., Isiordia-Aquino N., Ruíz-Cancino E. 2013. Parasitoides y entomopatógenos nativos asociados al gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en Nayarit, México. Southwestern Entomologist 38 (2): 339-344.
- Ferkovich S.M., Morales-Ramos J.A., Rojas M.G., Oberlander H., Carpenter J.E., Greany P. 1999. Rearing of ectoparasitoid *Diapetimorpha introita* on an artificial diet: supplementation with insect cell line-derived factors. BioControl 44: 29-45.
- Gallo D. 2002. Entomología Agrícola. Brasil. FEALQ. 920 pp.
- Gelman D.B., Carpenter J.E., Greany P.D. 2000. Ecdysteroid levels/profiles of the parasitoid wasp, *Diapetimorpha introita*, reared on its host, *Spodoptera frugiperda* and on an artificial diet. Journal of Insect Physiology 46: 457-465.
- Kasparyan D.R., Ruíz-Cancino E. 2005. Criptini de México (Hymenoptera: Ichneumonidae: Cryptinae) Parte I. Avispas parasíticas de plagas y otros insectos. Cd. Victoria, Tam., México. UAT. 287 pp.
- Lezama R., Molina J., López M., Pescador A., Galindo E., Ángel C. A., Michel A.C. 2004. Efecto del hongo entomopatógeno *Metharhizium anisopliae* sobre el control del gusano cogollero del maíz en campo. Revista de investigación y difusión científica pp. 1-5.
- León-García I., Rodríguez-Leyva E., Ortega-Arenas L.D., Solís-Aguilar J.E. 2012. Susceptibilidad de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a insecticidas asociada a césped en Quintana Roo, México. Agrociencia 46: 279-287.
- Molina-Ochoa J., Carpenter J.E., Lezama-Gutiérrez R., Foster J.E., González-Ramírez M., Angel-Sahagún C.A., Farías-Larios J. 2004. Natural distribution of hymenopteran parasitoids of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in Mexico. Florida Entomologist 87: 461-472.
- Perales G.M.A., Arredondo B.H.C. 1999. Sistema de producción del gusano cogollero (Lepidoptera: Noctuidae) y su parasitoides *Chelonus insularis* (Hymenoptera: Braconidae). Ficha técnica CB-17.
- Pimentel D. 1995. Amounts of Pesticides Reaching Target Pests: Environmental Impacts and Ethics. Journal of Agricultural and Environmental Ethics 8: 17-29.
- Ríos-Velasco C., Gallegos-Morales G., Cambero-Campos J., Cerna-Chávez E., Rincón-Castro M.C., Valenzuela-García R. 2011. Natural enemies of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Coahuila, México. Florida Entomologist 94: 723-726.
- Ruíz-Cancino E. 2010. Ichneumonidae (Hymenoptera) del estado de Tamaulipas, México. Serie avispas parasíticas de plagas y otros insectos No. 6. Cd. Victoria, Tam., México. 184 pp.
- Shaw M.R., Huddleston T. 1991. Classification and biology of Braconidae wasp (Hymenoptera: Braconidae): Handbooks for the identification of British Insects. Royal Entomological Society of London 7: 1-126.
- Vital L.L., A. Mendoza H.M., Cruz H.A., Fernández D.S. 2013. Biodiversidad e interacción microbiana de la rizosfera de maíz (*Zea mays*) convencional y genéticamente modificado. México. Academia Tamaulipeca de Investigación Científica y Tecnológica A. C. pp. 26-27.
- Yu D.S., van Achterberg C., Horstman K. 2012. World Ichneumonidae 2011. Taxonomy, biology, morphology and distribution. Taxapad. Canada. CD.

HOJADEMAÍZ

(*Zea mays* L.), IMPORTANTE ACTIVIDAD EN LA ZONA NORTE DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO

Andrés-Meza, P.¹; Sierra-Macías, M.²; Espinosa-Calderón, A.³; Gómez-Montiel, N.O.⁴; Palafox-Caballero, A.²; Rodríguez-Montalvo, F.A.²; Tadeo-Robledo, M.⁵

¹Estudiante de Doctorado. Postgrado de Recursos Genéticos y Productividad. Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Texcoco, Estado de México. ²Campo Experimental Coaxtla-INIFAP. 92277. Medellín de Bravo, Estado de Veracruz. ³Campo Experimental Valle de México-INIFAP. 56250. Coatlinchan, Texcoco, Estado de México. ⁴Campo Experimental Iguala-INIFAP. 40000. Iguala, Estado de Guerrero. ⁵Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. 54714. Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

Autor responsable: sierra.mauro@inifap.gob.mx

RESUMEN

Mesoamérica es considerada a nivel mundial como uno de los centros de diversidad primaria y posible centro de origen y domesticación del maíz (*Zea mays* L.). Se cuenta con amplia diversidad de maíces y gran variedad de platillos y usos especializados, como tortillas, pinole, tamales, tostadas, pozole, tejuino, piznate, atole, marquezote, tlayudas y totopos, principalmente, y uno de los grandes logros ha sido el proceso de nixtamalización para la elaboración de la masa para tortillas y tamales. Para los cuales se usa la hoja del maíz. Se describe el proceso que involucra el beneficio de la hoja de maíz para tamal y su importancia como cultivo en la región norte del estado de Veracruz, México, registrando que la producción de hoja para la elaboración de tamales y artesanías es una actividad importante en la zona referida, generando ingresos económicos alternativos por venta del grano, la cual conserva un rasgo cultural precolombino.

Palabras clave: totomoxtle, diversidad, beneficio de hoja, cultura totonaca.

INTRODUCCIÓN

Los géneros *Tripsacum* sp. y *Zea* sp., son los dos grupos taxonómicos más emparentados con el maíz moderno (*Zea mays*). Estos géneros un número de características morfológicas en



común (Iltis *et al.*, 1979). La sección *Tripsacum* sp., tiene un mayor número de especies, con un amplio rango geográfico (Doebley, 1983); su número cromosómico básico es $x=18$, y puede ser diploide, triploide y con mayores niveles de ploidía. Por otro lado, *Zea* sp., contiene dos especies perennes (*Zea diploperennis* y *Zea perennis*), dos anuales (*Zea luxurians* y *Zea mays* L.) y una más descrita recientemente *Zea nicaraguensis* (Kato *et al.*, 2009). La sección *Zea* contiene una simple especie con las subespecies *Z. mays* spp. *mays* (maíz), *Z. mays* spp. *mexicana* (un teocintle anual con una gran espiguilla de alta elevación del centro y norte de México) y *Z. mays* spp. *parviglumis* (un teocintle anual con una pequeña espiguilla de media elevación en el suroeste de México y occidente de Guatemala). La evidencia genética, morfológica y bioquímica sugiere que esta última es el ancestro directo del maíz cultivado (Doebley, 1983).

Aun cuando existen trabajos relacionados con el origen y la distribución de las razas de maíz en México, actualmente existen diversas hipótesis en relación con este gran enigma; algunos investigadores han formulado su propia teoría acerca del origen de este importante cereal (Wellhausen *et al.*, 1951; Galinat, 1971; Beadle, 1972; Iltis, 1972; de Wet y Harlan, 1972; Kato, 1976; McClintock, 1978; Doebley *et al.*, 1983; Goodman, 1988; Matsuoka *et al.*, 2002). Autores como Kato *et al.* (2009) formularon la teoría multicéntrica que propone que el maíz fue originado y domesticado en varias regiones entre México y Guatemala (Mesoamérica), determinando cinco centros de domesticación con base en patrones de distribución de algunos nudos específicos, localizados en varios cromosomas: 1) Mesa Central de México; 2) región de altura media en los estados de Morelos, México, Guerrero y sus alrededores; 3) región centro-norte de Oaxaca; 4) territorio comprendido entre los estados de Oaxaca y Chiapas y 5) región alta de Guatemala. De esta forma, hubo regiones en que convergieron las rutas de migración de dos o más complejos de nudos cromosómicos, de cuya hibridación y selección posterior surgieron nuevas razas de maíz.

La colección de maíz para mantener la diversidad genética en bancos de germoplasma se inició desde 1940. Este proyecto fue puesto en marcha a través de la Oficina de Estudios Especiales (OEE) de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG), con el apoyo de la Fundación Rockefeller. Esta primera exploración, que agrupó más de 2,000 muestras, fue la base para la publicación del libro Razas de Maíz en México, donde se hizo la primera descripción de 25 razas de maíz (Wellhausen *et al.*, 1951). Décadas posteriores, diversos agrónomos de distintas instituciones realizaron varias colectas; sin embargo, cada colecta se

realizó con objetivos y metodologías distintas y en áreas restringidas.

En los años setenta hubo fuerte impulso, donde Hernández y Alanís (1970) recolectaron y describieron cinco razas: Apachito, Azul, Gordo, Bofo y Tablilla de Ocho, del noroeste de México. Ortega (1985) describió las razas: Ratón, Tuxpeño Norteño, Onaveño, Cristalino de Chihuahua y Palomero de Chihuahua, que habían sido poco estudiadas y, posteriormente, Sánchez *et al.* (2000) agruparon un total de 59 razas de maíz. Desde entonces no se había hecho un esfuerzo constante y continuo para actualizar la situación que guarda la diversidad genética de los maíces nativos en México, a pesar de las advertencias de Hernández (1971), quien sugirió que no se debía coleccionar una sola vez, sino regresar una y otra vez por nuevas colectas (Ortega, 2003).

Durante el periodo de 2006 a 2010, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) inició la recolecta de todas las razas existentes para conocer la distribución más completa (Lazos y Chauvet, 2011). En esta coyuntura se originó y desarrolló el proyecto global "Recopilación, generación, actualización y análisis de la información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México", en coordinación con el Instituto Nacional de Ecología (INE) y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Los resultados de este proyecto agruparon un total de 24,057 registros; de éstos, 599 correspondieron a teocintle, 527 a *Tripsacum* y 22,931 a maíces nativos (CONABIO, 2011). En esta colección se identificaron 59 razas descritas para México, más cinco razas que en su momento fueron descritas en otros lugares fuera del país, pero que se

encuentran presentes en México (Ortega *et al.*, 1991). Específicamente para el estado de Veracruz, con base en las exploraciones realizadas en cada una de los sitios de recolecta y la recopilación del conocimiento y las experiencias de los pobladores, se realizó el presente trabajo con el objetivo general de dar a conocer la importancia del maíz, así como el proceso artesanal que implica el comercio de la hoja de maíz en la zona norte del estado de Veracruz.

Importancia del maíz como cultivo

En México cada año se cultivan ocho millones de hectáreas con maíz, lo que representa 67% del consumo de granos básicos. De esta superficie, 1.5 millones de hectáreas cuentan con riego, mientras que la mayoría (6.5 millones de hectáreas) es de temporal; la mayor producción nacional de maíz proviene de estas tierras (Turrent-Fernández *et al.*, 1996). La fracción de tierras de temporal incluye 1.5 millones de hectáreas de buena a excelente calidad agrícola, 3.5 millones de hectáreas son de mediana calidad, y 1.5 millones de hectáreas son de calidad marginal (Turrent, 2012).

De acuerdo con los tipos de unidades de producción agrícola en México (Turrent y Moreno, 1998), en áreas de riego se practica principalmente el modelo industrial con el uso de híbridos, logrando rendimientos de hasta 10 ton ha⁻¹, comparables a sus homólogos estadounidenses. Por otro lado, en tierras temporaleras de buena calidad se cultivan híbridos y variedades de polinización libre con rendimientos de 7 a 8 ton ha⁻¹. En contraste, en áreas marginales y de menor calidad se cultivan principalmente razas nativas de maíz, alcanzando de 1, 2 y hasta 3 ton ha⁻¹ (Turrent-Fernández y Serratos-Hernández, 2004); sin embargo, con el uso de poca o nula tecnología,

estas unidades agrícolas contribuyen significativamente a la seguridad alimentaria de los estratos rurales más pobres del país (Turrent, 2012).

Con información obtenida en los últimos años, la región suroeste de México aporta alrededor de 25% de la producción total nacional (Figura 1); no obstante, los estados con mayores niveles de producción son Sinaloa (19.0%), Jalisco (14.1%), Estado de México (8%), Chiapas (7.7%), Guerrero (5.8%), Guanajuato (5.6%) y Veracruz (5.3%). Con un enfoque empresarial, los dos primeros exportan parte de su producción hacia otros estados, en tanto que el resto destina gran parte de su producción al autoconsumo (Kato *et al.*, 2009).

El déficit actual de maíz en México es del orden de 10 millones de toneladas anuales, por las que se pagan 2.5 mil millones de dólares al año (Wise, 2012). Lo anterior puede ser catastró-

fico durante los próximos años, debido a que la producción anual de maíz es de aproximadamente 21 millones de toneladas, lo que será insuficiente para satisfacer la creciente demanda nacional de maíz, que se espera lleve a ser de 39 millones de toneladas anuales hacia 2025 (Turrent, 2012). Su origen se halla en la inadecuada estrategia agropecuaria que han seguido los tomadores de decisión, al considerar que convenía más importar grano que producirlo; nunca se pensó que con esto último el país obtenía las ventajas invaluable de la derrama económica que genera la ocupación, el impacto social, la conservación de la identidad y la soberanía alimentaria (Espinosa *et al.*, 2009), debido a que prácticamente tres millones de personas trabajan en el cultivo de maíz, equivalente a más de 40% de la fuerza de trabajo del sector agrícola o cerca de 8% del total de la fuerza laboral de México (Kato *et al.*, 2009).

Aprovechamiento integral del maíz

El papel central que el maíz ha desempeñado en la historia de Mesoamérica



Figura 1. Producción regional promedio de maíz (2000-2011), millones de toneladas.

es indiscutible. Códices y textos prehispánicos indican que los pobladores originarios de México se alimentaban de manera equilibrada y fundamentalmente de productos generados por la tierra; los testimonios señalan que sólo contaban con un cereal: el maíz (SIAP, 2010), con el que la cultura mexicana generó diversos usos.

Actualmente se cuenta con una gran riqueza fitogenética representada por una amplia diversidad de maíces y gran variedad de platillos y usos especializados, como tortillas, pinole, tamales, tostadas, pozole, tejuino, piznate, atole, marquezote, tlayudas y totopos, entre otros (Vidal *et al.*, 2008). No obstante, uno de los grandes logros ha sido el proceso de nixtamalización para la elaboración de la masa para tortillas y tamales (Paredes *et al.*, 2009). La hoja de maíz, o “totomoxtle”, es ampliamente utilizada para fabricar objetos rituales o artesanales como recipientes y para amarrar manojos de hierbas y especias (Kato *et al.*, 2009) pero, sin duda, es una pieza importante en la elaboración de tamales, como lo hacen los pobladores de la zona norte del estado de Veracruz.

Hoja de maíz: su importancia

La utilización de la hoja de maíz o “totomoxtle” se remonta quizás a principios del siglo XVI, el cual Fray Bernardino de Sahagún describe algunas variedades de tamales en su libro “*Historia General de las Cosas de Nueva España*”. Desde entonces la utilización de la hoja de maíz para la elaboración de tamales tiene gran importancia cultural (Romero, 2012). La evidencia arqueológica muestra al tamal (Figura 2) como parte de la vida cotidiana de algunas culturas de México en la época prehispánica (Barbero, 1997). Actualmente, la cultura Totonaca (norte de Veracruz, México) se distingue por el comercio de la hoja de maíz para la elaboración de tamales. Los principales municipios dedicados a este negocio son Tamiahua, Espinal, Papantla, Tuxpan, Castillo de Teayo, Coatzintla, Álamo, Chicontepec y Benito Juárez.

Los pobladores de estos municipios realizan un aprovechamiento integral del maíz; el grano producido es destinado al autoconsumo, en tanto que el rastrojo (tallo y hojas) es dirigido hacia la alimentación del ganado y la hoja o “totomoxtle” recibe un tratamiento especial para su comercialización. Esta actividad permite a los productores obtener un ingreso económico extra a la producción del maíz. La hoja tiene actualmente gran demanda en el mercado nacional e internacional, no sólo para la elaboración de tamales, sino también para la de diversas artesanías (Aragón *et al.*, 2006). Durante años los agricultores han seleccionado variedades con características deseables (mayor longitud y calidad del totomoxtle) para su comercialización; las variedades nativas más utilizadas en estas regiones son de la raza Tuxpeño y Olotillo (Ortega *et al.*, 1991).

Beneficio de la hoja de maíz

El proceso que involucra el beneficio de la hoja de maíz es sorprendente. El agricultor ha fundamentado el éxito en su cultivo, ya que fue precisamente esta especie la que impulsó la creatividad cultural del hombre, exigiéndole el desarrollo continuo de nuevas metodologías (Miranda, 2000). La ubicación de las parcelas presenta pendientes pronunciadas, lo cual dificulta el empleo de maquinaria agrícola para la cosecha; lo anterior obliga el uso del ayate, un equipo artesanal creado por el propio agricultor (comunicación personal: Isaac Meneses Márquez. Recursos Fitogenéticos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (Figura 3).

No existe algún proceso postcosecha para almacenar la hoja, por lo que esta actividad se realiza de forma tradicional, apilando en un troje o coscomate y, en ocasiones, se cuelgan en los pasillos de las casas para evitar plagas de almacén (Figura 4A) y

así evitar pérdida en la calidad de la hoja. La densidad de plantas que manejan los agricultores es de aproximadamente 20,000 plantas ha⁻¹, es decir, depositan una o dos



Figura 2. Tamales servidos para honrar el nacimiento de un niño. Códice Florentino.



Figura 3. Ayate para la cosecha de maíz

semillas cada 0.5 m, con un espacio entre surcos de 1 m. Este arreglo permite a las plantas aprovechar al máximo la luz solar, que al final se traducirá en mazorcas con buena calidad de hoja, con una longitud que va de los 19 a los 32 cm (Figura 4B).

El proceso de beneficio se inicia con la selección de las mejores mazorcas en el coscomate (Figura 5A); posterior a esto, la mazorca se sujeta sobre un disco (elaborado artesanalmente) y la hoja se corta con giros de 360° (Figura 5B y Figura 5C).

Las hojas obtenidas de cada mazorca se colocan sobre un molde, a semejanza de una prensa con la cual se ejerce presión para formar la paca (Figura 6A). Con este proceso, la producción promedio es de dos pacas de hoja por hectárea, de las cuales poco más de la mitad son de buena calidad. Las pacas se componen regularmente de 150 rollos, equivalentes a 12,000 hojas (1 rollo de hoja=80 hojas) (Figura 6B). Una vez ya hechas, las placas se almacenan en las casas de los propios

agricultores que finalmente sirven de bodegas hasta su comercialización. El papel que juegan los integrantes de mayor edad en el beneficio de la hoja es muy importante, ya que son quienes dirigen las acciones de toda la familia, y este conocimiento se transmite de forma oral desde tiempos ancestrales.

La venta de hojas se realiza por kilo o paca; esta última pesa aproximadamente 48 kg (1 manajo=80 gr; 1 paca=600 manajos). Se considera que en una hectárea pueden obtenerse un promedio de 600 paquetes o el equivalente a dos pacas de hojas. Si se establece un precio de venta de cuatro

pesos el paquete, éste representa un ingreso de \$24,000 pesos, lo que permite un ingreso adicional al obtenido por la venta de grano de maíz. Existen mercados donde el paquete de hoja se oferta hasta en \$32.00 pesos, generando un margen de ganancia ocho veces mayor. Un consumidor de este producto es la comunidad hispana que reside en los Estados Unidos de América (EUA), con un total de 51 millones de personas, de los cuales cerca de 33 millones son de origen mexicano (equivalente a 30% de la población en México); por ello, el incremento en la popularidad de la comida mexicana en EUA ha dado lugar a una expansión en la demanda de alimentos al estilo mexicano, entre ellos el tamal.



Figura 4. A: Mazorcas colgadas en los corredores; B: Longitud de mazorca del criollo local.



Figura 5. A: Mazorcas seleccionadas; B: Disco de metal en forma de navaja; C: Posición de la mazorca sobre el disco; D: Hojas separadas de la mazorca.



Figura 6. A: molde para las hojas de maíz; B: vista frontal de dos pacas de hojas.

Del volumen total de hojas de maíz que se produce en el norte de Veracruz, 80% se destina al mercado extranjero. Sin embargo, algunas limitantes, como los caminos en mal estado, las localidades alejadas, la falta de organización entre productores y la falta de centros de acopio, son algunas barreras que impiden “ofrecer el producto directamente al mercado”; la existencia de intermediarios “coyotes” permite que sea la única opción para la distribución del producto. Aunado a esto, la falta de asesoría técnica y en ocasiones el poco interés de los productores, hace que no se desarrolle una buena política de comercialización.

CONCLUSIONES

Lo descrito en párrafos anteriores es una pequeña muestra del conocimiento y la importancia económica, social y cultural que la hoja de maíz tiene para los pueblos de origen totonaco. Su comercialización dentro de cada núcleo familiar representa un ingreso extra a la producción de grano; sin embargo, para mejorar esta actividad es importante fomentar la integración de los eslabones de la cadena de valor, es decir, que los agricultores dedicados a este negocio cuenten con la infraestructura, equipo y capacitación necesaria para mejorar los procesos existentes e incrementar la competitividad.

LITERATURA CITADA

- Aragón C.F., Taba S., Hernández J.M., Figueroa J. de D., Serrano V., Castro F.H. 2006. Catálogo de maíces criollos de Oaxaca. INIFAP-SAGARPA. Libro Técnico Núm. 6. Oaxaca, Oaxaca. México. 334 p.
- Barbero R.M. 1997. Códices etnográficos: El Códice Florentino. Universidad de Cuenca. EHSEA. pp. 349-379.
- Beadle G.W. 1972. The mystery of maize. *Field Mus. Nat. Hist. Bull.* 43:9-11.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2011. Base de datos de maíces nativos del proyecto global “Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México”. CONABIO-INIFAP-INE. 98 p.
- De Wet J.M.J., Harlan J.R. 1972. Origin of maize: The tripartite hypothesis. *Euphytica* 21: 271- 279.
- Doebley J.F. 1983. The maize and teosinte male inflorescence: a numerical taxonomic study. *Ann. Miss. Bot. Gard.* 70: 32-70.
- Espinosa C.A., Tadeo R.M., Turrent F.A., Gómez M.N., Sierra M.O., Caballero H.M., Valdivia B.F.R., Rodríguez M.F.A. 2009. El potencial de las variedades nativas y mejoradas de maíz. *Ciencias* 92-93: 118-125.
- Galinat W.C. 1971. The origin of maize. *Annu. Rev. Genet.* 5: 447-478.
- Goodman M.M. 1988. The history and evolution of maize. *CRC Critical Rev. Plant Sci.* 7: 197-220.
- Hernández X.E., Alanís F.G. 1970. Estudio morfológico de cinco nuevas razas de maíz de la Sierra Madre Occidental de México: Implicaciones citogenéticas y filogenéticas. *Agrociencia* 5: 3-30.
- Hernández X.E. 1971. Exploración etnobotánica y su metodología, México, Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.
- Iltis H.H. 1972. The taxonomy of *Zea mays* (Gramineae). *Phytologia* 23: 248-249.
- Iltis H.H., Doebley J.F., Guzmán M.R., Pazy B. 1979. *Z. diploperennis* (Gramineae): a new teosinte from Mexico. *Science* 203: 186-188.
- Kato T.A., Mapes C., Mera L.M., Serratos J.A., Bye R.A. 2009. Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 116 p.
- Kato Y.T.A. 1976. Cytological studies of maize (*Zea mays* L.) and teosinte (*Zea mexicana* Schrad. Kuntze) in relation to their origin and evolution. *Mass. Agric. Expt. Sta. Bull.* 635.
- Lazos E., Chauvet M. 2011. Análisis del contexto social y biocultural de las colectas de maíces nativos en México. Universidad Autónoma de México. 529 p.
- Matsuoka Y., Vigouroux Y., Goodman M.M., Sánchez G.J.J., Buckler E., Doebley J. 2002. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 99: 6080-6084.
- McClintock B. 1978. Significance of chromosome constitutions in tracing the origin and migration of races of maize in the Americas. *In: Walden, D. B. (ed.). Maize Breeding and Genetics.* John Wiley and Sons, New York. pp 159-184.
- Miranda C.S. 2000. Mejoramiento genético del maíz en la época prehispánica. *Agricultura Técnica en México* 26: 3-15.
- Ortega P.R. 1985. Recursos genéticos para el mejoramiento de maíz en México. Primera parte: análisis general. *Germen* 3: 19-36.
- Ortega P.R. 2003. La diversidad del maíz en México. *In: Esteva, G., y C. Marielle (Coordinadores). Sin Maíz no hay País.* Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Dirección General de Culturas Populares e Indígenas, México, D.F. pp. 123-154.
- Ortega P.R., A., Sánchez G.J.J., Castillo G.F., Hernández C.J.M. 1991. Estado actual de los estudios sobre maíces nativos en México. *In: Ortega P., R. A., G. Palomino H., F. Castillo G., V. A. González H. y M. Livera M. (eds.). 1991. Avances en el estudio de los recursos fitogenéticos de México.* SOMEFI. Chapingo, México. pp. 161-185.
- Paredes L.O., Guevara L.F., Bello P.L.A. 2009. La nixtamalización y el valor nutritivo del maíz. *Ciencias* 92-93: 60-70.
- Romero G.J.R. 2012. Paleografía y traducción del náhuatl al español del capítulo I del libro X del Códice Florentino. *Estudios de la Cultura Náhuatl* 43: 199-213.
- Sánchez G.J., Goodman M.M., Stuber C.W. 2000. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. *Econ. Bot.* 54: 43-59.
- Servicio de Información Agroalimentaria y pesquera (SIAP). 2010. Información del Sector Agroalimentario. 2a. ed. SIAP, México. 247 p.
- Turrent F.A. 2012. Estrategias Científicas y Tecnológicas para reforzar la Productividad Agrícola de México ante el Cambio Climático. *Memorias Ciencia y Humanismo.* México, D.F., Academia Mexicana de Ciencias: 427-437
- Turrent F.A., Moreno D.R. 1998. Producción sostenible de alimentos de origen vegetal en el mundo. *Terra Latinoamericana* 16: 93-111.
- Turrent F.A., Serratos J.A. 2004. Context and background on maize and its wild relatives in México. *In: Maize and Biodiversity: The effects of transgenic maize in México, Chapter 1.* pp: 1-55.
- Vidal V.A., Vázquez M., Coutiño G.C., Ortega B.E., Ramírez A.C., Valdivia J.L.D., Guerrero R.B., Caro M.J.H., Cota O.F.J.V.A. 2008. Calidad proteínica en colectas de maíces criollos de la sierra de Nayarit, México. *Rev. Fitotec. Mex.* 31 (Núm. Especial 3): 15-21.
- Wellhausen E., Roberts L.M., Hernández X.E., Mangelsdorf P.C. 1951. Razas de Maíz en México, su origen, características y distribución. *Folleto Técnico Núm. 5.* Oficina de Estudios Especiales, Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D.F.
- Wise-Timothy A. 2012. The Cost to Mexico of U.S. Corn Ethanol Expansion. *GDAE Working Paper Núm.1201.* Medford, Mass, Global Development and Environment Institute, Tufts University.

AGUA SUBTERRÁNEA:

Fuente de vida bajo nuestros pies,
Y su administración en regiones áridas

H₂O

Saldierna-Ramos, J.J.¹; De la Garza-Requena, F.R.¹; Ventura-Houle, R.¹; Heyer-Rodríguez, L.¹; Salinas-Castillo, W.¹

¹Facultad de Ingeniería y Ciencias. Centro Universitario Adolfo López Mateos de la Universidad Autónoma de Tamaulipas; Cd. Victoria, Tamaulipas, México. C.P 87149.

Autor Responsable: saldiernajose@gmail.com

RESUMEN

Se muestra la diferencia de niveles piezométricos entre finales de los años setenta y los registrados en 2012, además de exponer la importancia del agua subterránea, sus propiedades y la necesidad de implementar un programa de gestión de recursos hídricos que contenga programas y acciones de sustentabilidad en una región árida de Tula-Bustamante, Tamaulipas, México.

Palabras clave: Disponibilidad, Agua subterránea, Importancia

INTRODUCCIÓN

El agua es vital para todos los seres vivos; el organismo de una persona se constituye de hasta 70% de agua y, de igual manera, las plantas la necesitan para su desarrollo y el transporte de nutrientes, que contribuye al proceso de fotosíntesis, mediante el cual la planta fija CO₂ y libera oxígeno. Del agua contenida en el planeta, 97% es salada y no es apta para el consumo humano; el 3% restante es agua dulce. Sin embargo, de este último, 75% se encuentra en forma de hielo en los casquetes polares, 24% está en el subsuelo y únicamente 1% forma los ríos y los lagos (Chung, 2002). Existen

dos problemáticas principales en relación con el agua y la sociedad; la primera es la baja disponibilidad, que genera escasez con impactos negativos para la sociedad en lo que concierne al consumo humano y producción de alimentos, por ejemplo; la segunda se refiere a la calidad de la misma, de la cual depende la viabilidad para los usos consumitivos, factores que impactan definitivamente la calidad de vida de los seres humanos (Custodio, 2002; Salazar *et al.*, 2010; Wu *et al.*, 2013). Existen dos fuentes convencionales de abastecimiento de agua para las actividades humanas: la superficial (cuerpos de agua naturales) y la de origen subterráneo; esta última se puede aprovechar mediante su flujo en manantiales, o bien, aplicando mecanismos de extracción a través de perforaciones en el suelo, como las norias, con profundidades de 10 a 30 m (Figura 1 A) y los pozos profundos (Figura 1 B), los cuales llegan a registrar hasta 800 metros de profundidad. El agua subterránea es muy importante, ya que representa la única fuente de abastecimiento en muchas regiones áridas del planeta que carecen de ríos o lagos perennes (Vasanthavigar *et al.*, 2012).



Figura 1. Sistemas de extracción de agua subterránea en el municipio de Tula, Tamaulipas, México. A: noria. B: pozo profundo.

Las ventajas del agua subterránea sobre las fuentes de abastecimiento superficial son: menor riesgo de contaminación por actividades del hombre, que presenta mejor calidad debido a procesos de filtración natural en el subsuelo (en la mayoría de los casos), así como menor riesgo a alteraciones y mayores capacidades de almacenamiento sin comprometer áreas en la superficie (Figura 2). Sin embargo, como desventajas se tiene la contaminación natural, vulnerabilidad a procesos de degradación y salinización en casos de sobreexplotación (Silva-Hidalgo *et al.*, 2013).

MATERIALES Y MÉTODOS

Caso de estudio: Tula, Tamaulipas

En México, la disponibilidad natural media por año de agua es de aproximadamente 462 mil millones de metros cúbicos, de los que 14.3% se destina al servicio público, 4% a uso industrial, 5.1% a energía eléctrica y 76.6% a la producción de alimentos. Para el estado de Tamaulipas se tienen contemplados 6,197 millones de metros cúbicos de disponibilidad de agua, donde la mayoría se destina a la producción agrícola (CONAGUA, 2012).

El municipio de Tula, Tamaulipas, México, localizado en una zona árida, corresponde al acuífero denominado Tula-Bustamante (Figura 3), el cual tiene una disponibilidad de 21.5 millones de metros cúbicos. Esta fuente corresponde a una cuenca cerrada que da lugar a una unidad acuífera de origen aluvial propenso a suministrar una deficiente calidad de agua (Jones y Schilling, 2011; Korbelt *et al.*, 2013), debido a procesos como la interacción roca-agua y



Figura 2. Fuente de abastecimiento de agua subterránea.

su capacidad de reaccionar entre sí dentro del sistema acuífero (Gaillard, 1994; Subba, 2009), y la actividad biológica presente en el agua subterránea (Raju *et al.*, 2009); además de factores como el arrastre de partículas de fertilizantes, pesticidas, materia orgánica u otros desechos originados por actividades del hombre (Jalali, 2006; Prasanna *et al.*, 2011).

Las profundidades a las que se encuentra el espejo de agua se denominan niveles piezométricos donde una diferencia negativa significa que el agua está a mayor profundidad (Sánchez-San Román, 2012). En la región de Tula, las fuentes de agua subterránea son de gran interés tanto para el uso agrícola como para el urbano, lo que conlleva a ejercer gran presión sobre el sistema acuífero Tula-Bustamante. Las mediciones de niveles piezométricos realizadas en 2012 muestran una diferencia promedio de -9.8 metros, con valores máximos de hasta -21 metros, en comparación con estudios de medición realizados a finales de la década de los setenta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con base en lo anterior, existe la posibilidad de presentar problemas relacionados con la sobreexplotación,

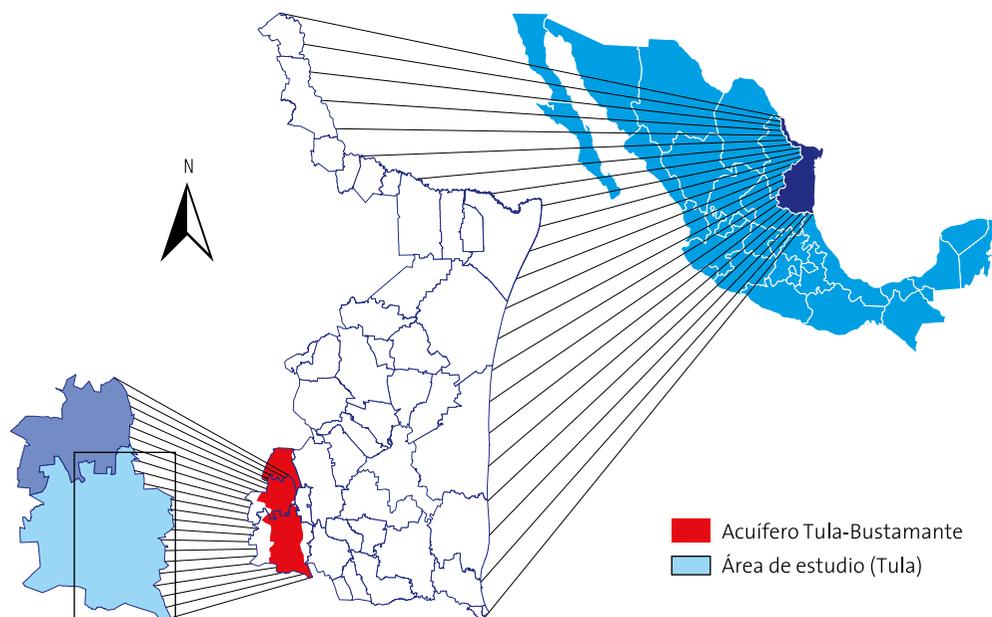


Figura 3. Localización del área de estudio, municipio de Tula, Tamaulipas, México.

como un deterioro de la calidad y una consecuente disminución del volumen disponible (Sánchez-San Román, 2012), con especial énfasis de afectación en las zonas localizadas en el oeste y el sureste del municipio de Tula (CEAT, 2012) (Cuadro 1, Figura 4).

Gestión de recursos hídricos

Como resultado de la presión sobre el medio ambiente y la competencia entre usuarios, se han diseñado diversos mecanismos de gestión de agua, donde el principal objetivo es la sustentabilidad del recurso; sin embargo, el continuo aumento en la demanda y la baja disponibilidad ha generado la necesidad de diseñar reglas de operación y acceso a los recursos hídricos, para lo cual se hace necesario conocer perfectamente su cantidad (inventario de agua) y su calidad, además de realizar proyecciones al menos entre 20 y 30 años en cuanto a su uso para ejercer programas de gestión con un enfoque multidisciplinario y transversal (Figura 5).

Para lograr que el recurso hídrico sea sustentable en la región de Tula, Tamaulipas, se han desarrollado actividades en apego al programa de gestión de agua del acuífero Tula-Bustamante, en coordinación con el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS), con el fin de formular y ejecutar programas con base en acciones que permitan la recuperación, estabilización y preservación de las fuentes de abastecimiento subterráneo, así como la implementación de un inventario de recurso hídrico, saber qué cantidad de agua se encuentra disponible y en dónde; establecer programas de medición anuales, con el fin de determinar el gasto que se tiene del acuífero y cuánto ha disminuido su nivel; un monitoreo de calidad del agua, para conocer las condiciones o cambios que se puedan presentar; la generación de conocimiento, para comprender el comportamiento del sistema acuífero; un padrón de usuarios, que considere el uso y el gasto de agua para cada beneficiario; y programas de educación ambiental

Cuadro 1. Comparación de niveles piezométricos de pozos de abastecimiento localizados en el municipio de Tula, Tamaulipas, México.

Pozo	Piezometría 1979	Piezometría 2012	Diferencia (m)
P 97	1042.7	1038.5	-4.2
P 98	1037	1034.14	-2.86
P 99	1042	1032.99	-9.01
P 101	1050	1034.98	-15.02
P 102	1041	1036.19	-4.81
P 12	1049	1038	-11
P 15	1033.7	1018	-15.7
P 16	1034	1025.15	-8.85
P 78	1037	1026.19	-10.81
P 21	1032	1025	-7
P 25	1037	1031.34	-5.66
P 30	1049.86	1028.6	-21.26
P 23	1036.83	1022.26	-14.57
P 26	1026.71	1021.15	-5.56
P 37	1044	1021.87	-22.13
P 38	1047.75	1034.35	-13.4
P 39	1026.5	1015	-11.5
P 40	1031.5	1018.5	-13
P 60	1016.3	1006.22	-10.08
P 61	1005.85	995.5	-10.35
P 93	984.15	972.88	-11.27
P 62	1009	998.35	-10.65
P 63	977	976.59	-0.41
P 65	986.21	985.53	-0.68
P 66	988.5	985.43	-3.07
P 69	995	985.48	-9.52
P 70	998.25	988.23	-10.02
P 5	1042	1031.7	-10.3
P 42	997.6	981.2	-16.4
P 41	1005.35	992.37	-12.98
P 43	1010.95	992.7	-18.25
P 44	981.55	972.9	-8.65
P 4	997.65	995.7	-1.95
P 36	986	985.5	-0.5
P 35	1007.84	998.5	-9.34
P 34	1023.57	1008.5	-15.07
P 33	996.2	985.85	-10.35
P 48	991	987.38	-3.62
P 2A	998.6	978.09	-20.51

Fuente: Comisión Estatal del Agua de Tamaulipas, 2012.

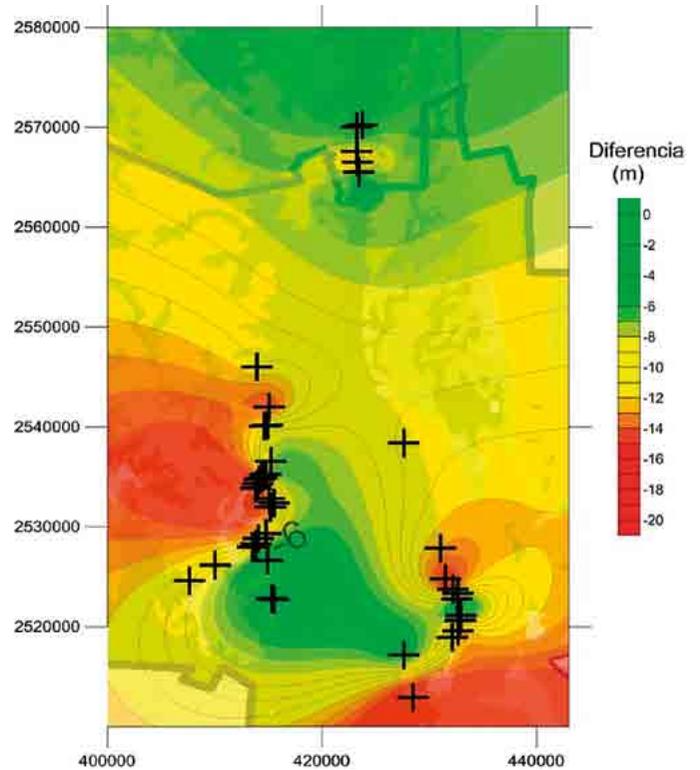


Figura 4. Mapa de prospección hidrogeoquímica de diferencia de niveles piezométricos. El símbolo + es la localización de pozos de abastecimiento en Tula, Tamaulipas, México.



Figura 5. Uso agrícola de agua de origen subterráneo en Tula, Tamaulipas, México.

para generar la concientización sobre el uso y el cuidado del agua en la región.

CONCLUSIONES

Con la aplicación de acciones de gestión, con un enfoque multidisciplinario y transversal, se podrá disponer de agua para las actividades humanas y su superveniencia, tanto en el presente como en el futuro.

LITERATURA CITADA

- Chung T.B. 2002. Fundamentos de la calidad del agua, aspectos físicos y químicos del agua para consumo humano. II Curso Nacional de Entrenamiento en Control de Calidad del Agua de Sistemas de Agua Potable. Lima, Perú.
- Comisión Estatal del Agua de Tamaulipas (CEAT). 2012. Actualización del estudio de disponibilidad del acuífero Tula-Bustamante. México 37 p.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) 2012. Atlas digital de México 2012. (En línea). Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/atlas/ciclo12.html>. Fecha de Consulta: 10 de junio del 2013
- Custodio E. 2002. Aquifer overexploitation: what does it mean? *Hydrogeology Journal*, 10:254-277.
- Gaillard J.F. 1994. Early diagenetic modeling: a critical need for process studies, kinetic rates, a numerical method. *Trends Chemistry Geology* 1, 239-252.
- Jalali M. 2006. Chemical characteristics of groundwater in parts of mountainous region, Alvand, Hamadan. *Iran. Environment Geology* 51, 433-446.
- Jones C.S., Schilling K.E. 2011. From Agricultural Intensification to Conservation: Sediment Transport in the Raccoon River, Iowa, 1916–2009. *Journal of Environmental Quality*. 40, 13 p.
- Korbel K.L., Hancock P.J., Serov P., Lim R.P., Hose G.P. 2013. Groundwater Ecosystems vary with land use across a mixed agricultural landscape. *Journal of Environmental Quality*. 42, 11 p.
- Prasanna M.V., Chidambaram S., Shahul-Hammed A., Srinivasamoorthy K. 2011. Hydrogeochemical analysis and evaluation of groundwater quality in the Gadilam river basin, Tamil Nadu, India. *Journal Earth System Science*. 120, 85-98.
- Raju N.J., Ram P., Dey S. 2009. Groundwater quality in the lower Varuna River basin, Varanasi district, Uttar Pradesh, India. *Journal of Geological Society of India*. 73, 178–192.
- Sánchez-San Román F.J. 2012. Conceptos fundamentales de Hidrología. Departamento de Geología. Universidad de Salamanca. España. 10 p.
- Salazar R., Szidarovszky F., Rojano A. 2010. Water Distribution Scenarios in the Mexican Valley. *Water Resources Management*, 24, 2959-2970.
- Silva-Hidalgo H., Aldama A.A., Martín-Domínguez I.R., Alarcón-Herrera M.T. 2013. Methodology to determine availability and deficit of surface water in basins: application case for the Mexican norms. *Tecnología y Ciencias del Agua* 4, 27-50.
- Subba-Rao N. 2001. Geochemistry of groundwater in parts of Guntur district, Andhra Pradesh, India. *Environmental Geology* 41,552–562.
- Vasanthavignar M., Srinivasamoorthy K., Prasanna M.V. 2011. Evaluation of groundwater suitability for domestic, irrigational and industrial purposes: a case study from Thirumanimuttar river basin, Tamilnadu, India. *Environmental Monitoring and Assessment*. 184, 405-420.
- Wu G.Y., Li L.H., Ahmad S., Chen X., Pan X.L. 2013. A Dynamic Model for Vulnerability Assessment of Regional Water Resources in Arid Areas: A Case Study of Bayingolin, China. *Water Resources Management*, 27, 3085-3101.



USO Y MANEJO DE LAS Calabazas Cultivadas (*Cucurbita* spp.) EN EL ESTADO DE PUEBLA

Peña-Basurto, F.¹, Castro-Lara, D.¹, Martínez-Moreno, D.², Rodríguez-Ramírez, T.², Peralta-Rodríguez, L.³

¹Jardín Botánico, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México; ²Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; ³Red Calabaza-SINAREFI.

Autor responsable: abasurto@ib.unam.mx

RESUMEN

Con la finalidad de conocer la diversidad biológica de calabazas (*Cucurbita* spp.) en el estado de Puebla, México, se realizó una exploración etnobotánica en 50 localidades de las distintas regiones del estado durante los años 2011 y 2012. Las evidencias mostraron el cultivo de las cuatro especies domesticadas de *Cucurbita* sp., incluyendo las dos variedades cultivadas de *Cucurbita argyrosperma*: *C. argyrosperma* var *argyrosperma* y *C. argyrosperma* var *stenosperma*. Todas las especies presentaron amplia diversidad morfológica y variación infraespecífica, reconocida por los productores por su color, forma del fruto maduro, sabor y consistencia. Su cultivo obedece a objetivos múltiples, incluyendo el auto-abasto y producción comercial, crecen en milpas, asociadas con cacahuete (*Arachys hypogaea*), en huertos familiares y monocultivo.

Palabras clave: Calabazas, *Cucurbita*, variación infraespecífica, conservación, milpa



INTRODUCCIÓN

Las calabazas son de las primeras plantas domesticadas en Mesoamérica (Smith, 1997) y actualmente, junto con el maíz (*Zea mays* L.) y los frijoles (*Phaseolus* spp.), son uno de los principales componentes de la milpa y alimento básico de México, sobre todo de la población rural. *Cucurbita* es un género neotropical del que se reconocen 20 especies distribuidas desde Estados Unidos de América (EUA) hasta Argentina, en regiones tropicales y subtropicales (Mera *et al.*, 2011). De las especies reconocidas de *Cucurbita*: *C. argyrosperma* K. Koch, *C. ficifolia* Bouché, *C. moschata* Duchesne y *C. pepo* L. fueron domesticadas en Mesoamérica, y *C. máxima* Duchesne en Sudamérica. Actualmente, en el estado de Puebla, México se cultivan más de 5500 ha de calabacita, calabaza y calabaza para semilla, sin que se especifique en las estadísticas de qué especies se trata (Cuadro 1).

De *Cucurbita* se aprovechan como alimento las flores, guías, semillas, fruto tierno y maduro.

Sin ser uno de los más extensos de México (1.7% de la superficie nacional), el estado de Puebla mantiene y conserva una alta diversidad vegetal, con cerca de 4500 especies de plantas, que representan 17.5% de la flora nacional (Cruz *et al.*, 2011; López y Carcaño, 2011). Se ubica en el centro este del territorio nacional, con coordena-

das extremas de 17°52' a 20°50' latitud norte y 96°43' a 99°04' longitud oeste y, después de Veracruz, es el estado con mayor intervalo altitudinal, ya que comprende desde los 50 a los 5700 m correspondiente al volcán Citlaltépetl o Pico de Orizaba. Esta variación altitudinal propicia una gran diversidad de climas, desde los cálidos húmedos a los secos muy cálidos y los templados y fríos, con precipitación de entre 350 a 4500 mm anuales (Saldaña, 2011). En concordancia con los diferentes tipos de clima, en esa región se encuentran, como tipos de vegetación, matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de pino y de encino, bosque mesófilo, bosque tropical perennifolio y pastizal (Rzedowski, 1978), siendo los primeros tres los que ocupan mayor superficie (Masferrer y Martínez, 2010; Yanes, 2011).

En Puebla confluyen cuatro provincias fisiográficas, a saber: Sierra Madre Oriental, Llanura Costera del Golfo, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur (INEGI, 1987), y puede dividirse en seis regiones socioeconómicas 1) Sierra Norte, 2) Llanos de San Juan y San Andrés, 3) Valle de Puebla, 4) Valles de Atlixco y Matamoros, 5) Mixteca y 6) Valle de Tehuacán (Masferrer y Martínez, 2010). Este territorio es asiento de siete gru-

pos étnicos (nahuas, totonacos, tepenhuas, mixtecos, mazatecos, chocho-popolocas y otomíes) (Duchesnoy *et al.*, 2010) que, si bien tienen presencia en todo el estado, están concentrados principalmente en las regiones de la Sierra Norte, Valle de Tehuacán y en la Mixteca. Con base en lo anterior, se realizó una exploración botánica para documentar la diversidad, usos y manejo de las calabazas cultivadas en el estado de Puebla.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información se obtuvo mediante exploración etnobotánica (Hernández, 1970), visitando 50 localidades de las distintas regiones del estado durante los años 2011 y 2012, complementando la información con la revisión bibliográfica pertinente. En las localidades visitadas se hizo contacto con productores de calabaza, de cualquiera de sus especies, a quienes se preguntaba sobre los nombres locales, formas de uso y de producción mediante entrevistas abiertas; en todos los casos se realizó la compra de frutos como muestras para la determinación botánica y para documentar su agro-biodiversidad tanto a nivel de especies, como infra específico. La colecta de datos y de calabazas se hizo en las distintas regiones socioeconómicas del estado, a fin de integrar todo el espectro de posibilidades ambientales y socioculturales.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el estado de Puebla se cultivan las cuatro especies de *Cucurbita*

Cuadro 1. Producción de calabaza en el estado de Puebla en el ciclo 2011.

Cultivo	Superficie sembrada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton ha ⁻¹)	Valor (\$ miles)
calabacita	4,583.30	53,068.22	12.06	286,822.35
calabaza	196.00	1,507.40	8.10	4,671.00
semilla	737.10	284.11	0.46	6,762.35

Fuente: SIAP (2011).

domesticadas en Mesoamérica (Cuadro 2), incluyendo las dos variedades cultivadas de *Cucurbita argyrosperma*: *C. argyrosperma* var *argyrosperma* y *C. argyrosperma* var *stenosperma*. Todas las especies presentaron gran diversidad morfológica, es decir, alta diversidad infraespecífica, la cual es reconocida por los productores por su color, forma del fruto maduro (calabazas verdes, blancas, anaranjadas, pintas, rayadas; redondas, aplastadas, “de pescuezo”, “de perro”, “mazacoatas”); por el grosor y la dureza de la “cáscara” (calabazas duras y “de pellejo” o “de cuerito” cuando presentan cáscara muy delgada y suave). También, por el sabor y consistencia de la pulpa, tales como las “aguano-sas”, en cuyo contenido se presenta mucha agua y su pulpa es muy blanda; de sabor “simple” cuando son insípidas, o “camotudas” cuando la pulpa es más bien amilácea, consistente y con bajo contenido de agua).

Si bien en el estado de Puebla se encuentran las cuatro especies de calabaza mencionadas, cada una tiene una distribución delimitada por cotas altitudinales (Cuadro 3); de acuerdo con el muestreo realizado, *C. argyrosperma* se encuentra entre 150 y 1630 m de altitud, *C. moschata* entre 150 y 1820 m, *C. ficifolia* de 1280 a 2546 m, y *C. pepo* es la especie más característica de tierras altas de 1712 a 2747 m.

Con respecto a los climas en los que crecen las calabazas, la tamalayota se encuentra tanto en climas cálido húmedos como en cálido secos; de la calabaza chompa o tzompola, la variedad *C. argyrosperma* var *argyrosperma* se encontró en sitios de clima cálido húmedo, mientras que *C. argyrosperma* var *stenosperma* se halló en zonas cálido secas; la chilacayota (*Cucurbita ficifolia*) crece en climas templados, húmedos, subhúmedos o secos; la huizayota o calabaza de castilla *C. pepo* crece en zonas de clima templado subhúmedo o seco (Figura 1, 2, 3, 4).

Cuadro 2. Nombres de las calabazas cultivadas en Puebla.

Especie	Nombres
<i>C. argyrosperma</i>	pipiana, chompa, tzompola, tajltsi (tot), iki (mix)
<i>C. ficifolia</i>	chilacayote, chilacayota, calabaza, tzilacayot (nah), dnochi jmé (maz)
<i>C. moschata</i>	calabaza de castilla, calabaza dulce, tamalayota, tamalayot (nah), nipxe (tot); dnochi (maz)
<i>C. pepo</i>	calabaza de castilla, calabaza, huizayota

tot=totonaco; mix=mixteco; nah=nahua; maz=mazateco.



Figura 1. Calabaza Tamalayota (*Cucurbita moschata*).

El cultivo de las calabazas en Puebla cubre un amplio intervalo de modalidades, desde la siembra de subsistencia, auto-abasto del productor para la siembra hasta la producción de excedentes para el mercado y siembra comercial para producción de calabacita (hortaliza), calabazas maduras y semilla para la cocina tradicional.

El cultivo de las calabazas es común dentro de la milpa, aunque en las regiones de los Valles de Puebla y de San Juan y San Andrés, *C. pepo* se siembra comercialmente como monocultivo para producción principalmente de semilla; y para calabacita (hortaliza) también suelen sembrarse como monocultivo. La semilla que se usa puede ser comercial, pero lo más común es que los productores seleccionen la propia a partir de las calabazas que cosechan. En el caso del chilacayote, es frecuente que más que cultivarla se maneje como arvense, pues los productores suelen dejar frutos en el campo que liberan la semilla al podrirse, misma que germina y crece en las milpas hasta florecer y fructificar, aunque en ciertas localidades es sembrado año con año.

Cuadro 3. Localidades visitadas y especies de calabaza registradas por altitud

Localidad	Municipio	Altitud (m)	arg	fic	mos	pep
Huitzilac	Francisco Z. Mena	151				
Pantepec	Pantepec	204				
Buenavista	Cuetzalan	220				
Carrizal	Pantepec	223				
Metlaltoyuca	Francisco Z. Mena	331				
Tuzamapán	Tuzamapán	540				
Yohualichan	Cuetzalan	570				
Cuauhtamazaco	Cuetzalan	709				
Xalticpac	Xochitlán de V. Suárez	790				
La Guacamaya	Tlacotepec de Díaz	1000				
Sta. María	Tlacuilotepec	1093				
Tepepa de Zaragoza	Coyomeapan	1280				
Xochiateno	Zacapoxtla	1359				
Tahitic	Zacapoxtla	1389				
Teopantlán	Teopantlán	1470				
Tepejillo	Petlalingo	1484				
Xilita	Zacapoxtla	1517				
Axolotla	Nauzontla	1533				
Tecuicuilco	Tetela de Ocampo	1558				
Huahuaxtla	Xochitlán de V. Suárez	1564				
Zoateopan	Xochitlán de V. Suárez	1600				
Cuaximaloyan	Xochiapulco	1620				
Atlapulco	Huehuetlán el Grande	1631				
Francisco I. Madero	Tepango de López	1712				
Zacapexpan	Zacapoxtla	1820				
Zoyamazalco	Coyotepec	1916				
Xalticpac	Zacapoxtla	1927				
Atacpan	Zacapoxtla	1940				
Tatzecuala	Zacapoxtla	2009				
Ocota	Tlatlauquitepec	2017				
Los Ángeles Tetela	Los Ángeles Tetela	2101				
Tatazoquico	Tlatlauquitepec	2103				
San José Tejaluca	Tzicatlacoyan	2110				
Chilchotla	Chilchotla	2191				
Cuacuico	Zacapoxtla	2239				
Santiago. Nopala	San Martín Atexcal	2252				
S. Antonio Virreyes	Oriental	2351				
Tlalnepantla	Quimixtlán	2365				
S. Nicolás Tetipanapa	Tepeyahualco	2365				
San Luis	Oriental	2371				
Libres	Libres	2382				
Mazapa	Zacapoxtla	2386				
Barrio Guadalupe	San Jose Chiapa	2400				
San José Chiapa	San José Chiapa	2405				
Payuca	Cuyoaco	2410				
San Juan Atenco	Atenco	2452				
Tenextatiloyan	Zautla	2476				
Coatepec	San Salvador el Seco	2495				
Noria de Covarrubias	Libres	2505				
Graceros	Ixtacamatlán	2511				
La Unión San Isidro	Ixtacamatlán	2546				
Francisco I. Madero	Chilchotla	2747				

arg=C. *argyrosperma*; fic=C. *ficifolia*; mos=C. *moschata*; pep=C. *pepo*.





Figura 2. Calabaza tzompola (*Cucurbita argyrosperma*).

Si bien para la siembra comercial de calabacita se utilizan cultivares comerciales, en mercados locales y tianguis del estado es común encontrar a la venta calabacitas de materiales criollos de las cuatro especies cultivadas, además de flores, con excepción de las de *C. ficifolia* (generalmente son autoconsumo) e, incluso, guías o puntas tiernas del follaje a semejanza de quelite. Es común que, por mayor afinidad, en un mismo sitio se cultive *C. argyrosperma* con *C. moschata*, esta última con *C. ficifolia* y *C. ficifolia* con *C. pepo* (Cuadro 3).

Una de las épocas de mayor demanda de calabaza madura es la festividad de Día de Muertos (o de Todos Santos y Fieles difuntos) para la elaboración de la “calabaza en tacha” (calabaza endulzada) que se utiliza en las ofrendas. Para su preparación se utilizan por igual tanto frutos de *C. pepo* como de *C. moschata*, e incluso, en algunas regiones tienen el mismo nombre común, como “calabaza de castilla”. Por otra parte, los frutos tiernos se consumen cocidos; las guías se utilizan en caldos y sopas, y los frutos maduros se

preparan en numerosos platillos dulces y atoles; además, la semilla se usa para moles y pipianes, así como en dulces como el jamoncillo y las palanquetas, o simplemente tostadas y con sal para botana.

CONCLUSIONES

En el estado de Puebla se cultivan las cuatro especies de calabazas domesticadas en Mesoamérica con múltiples objetivos, desde el auto-abasto hasta la producción comercial. Pueden crecer en milpas, asociadas con cacahuete (*Arachys hypogaea*), en huertos familiares y monocultivo; las cuatro especies muestran amplia diversidad



Figura 3. Calabaza (*Cucurbita pepo*).

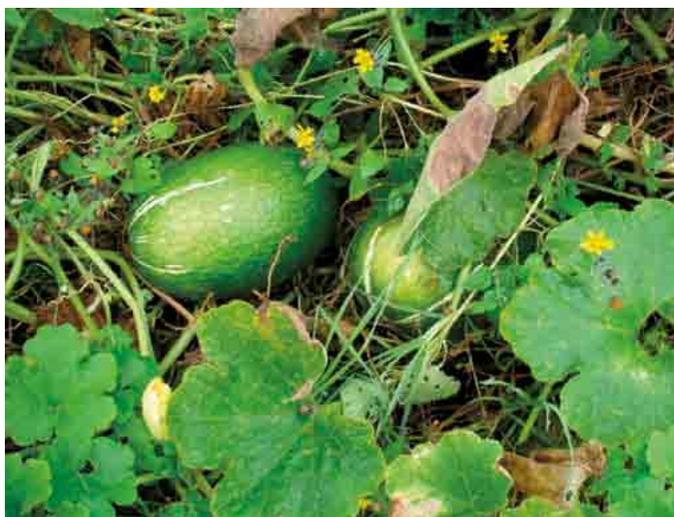


Figura 4. Chilacayota(e) (*Cucurbita ficifolia*).

infraespecífica, misma que es mantenida por los agricultores, toda vez que la semilla que emplean es la obtenida de las calabazas que cosechan y que seleccionan por su tamaño, forma y características organolépticas.

Los resultados obtenidos son muy contrastantes con lo expuesto en el documento diagnóstico de calabazas para el estado de Puebla por Mera *et al.* (2011), donde se reporta un número reducido de recolectas de calabazas en los herbarios y de donde se hace evidente la urgente necesidad de llenar estos vacíos mediante la exploración y recolecta, no solo de material de herbario, sino también de germoplasma de estas especies en el territorio nacional.

AGRADECIMIENTOS

Al Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (SAGARPA-SNICS-SINAREFI) por el financiamiento otorgado para la realización de la presente investigación.

LITERATURA CITADA

- Cruz A., Handal A., Villareal O., López L., Cantú B., López P., Camacho F. 2011. Introducción. En: CONABIO. 2011. La biodiversidad de Puebla: Estudio de estado. CONABIO, Gobierno del estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. pp: 15-25.
- Duchesnoy M., Masferrer E., Deance I., Lagunas D., Gámez A., Mondragón J., Barranco N. 2010. Un acercamiento a los pueblos indígenas de Puebla. En: E. Masferrer, J. Mondragón y G. Vences (ed.) Los pueblos indígenas de Puebla. Atlas etnográfico. Gobierno del estado de Puebla, Instituto Nacional de Antropología e Historia. México, D. F. pp: 71-117.
- Hernández X.E. 1970. Exploración etnobotánica y su metodología. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Estado de México.
- INEGI. 1987. Síntesis geográfica, nomenclátor y anexo cartográfico del estado de Puebla. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D. F.
- López L., Carcaño M. 2011. Diversidad de especies. En: CONABIO. 2011. La biodiversidad de Puebla: Estudio de estado. CONABIO, Gobierno del estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. pp: 93-193.
- Masferrer E., Martínez M.M. 2010. Los indígenas, las regiones poblanas y sus agroecosistemas. En: E. Masferrer, J. Mondragón y G. Vences (coor.). Los Pueblos indígenas de Puebla. Atlas etnográfico. Gobierno del estado de Puebla. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México, D. F. pp. 27-69.
- Mera L.M., Bye R., Villanueva C. Luna A. 2011. Documento diagnóstico de las especies cultivadas de *Cucurbita* L. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Rzedowski J. 1978. Vegetación de México, Ed. Limusa. México, D. F.
- Saldaña J. 2011. Medio físico. En: CONABIO. 2011. La biodiversidad de Puebla: Estudio de estado. CONABIO, Gobierno del estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. pp: 27-45.
- SIAP. 2011. <http://www.siap.gob.mx>
- Smith B. 1997. The initial domestication of *Cucurbita pepo* in the Americas 10000 years ago. *Science* 276 (5314): 932-934.
- Yanes G. 2011. Diversidad de ecosistemas. En: CONABIO. 2011. La biodiversidad de Puebla: Estudio de estado. CONABIO, Gobierno del estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. pp: 71-90.



DETERMINACIÓN DE LA MADUREZ FISIOLÓGICA EN *(Zea mays L.)* SEMILLA DE MAÍZ MEDIANTE GANANCIA DE PESO SECO Y MÉTODOS ALTERNOS

Mancera-R., A.¹; Ramírez-J., A.²

¹Recursos Genéticos y Productividad-Producción de Semillas. Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. ²Planta de Beneficio de Semillas, Centro de Capacitación e Innovación Tecnológica, Colegio de Postgraduados.

Autor responsable: artuomr@colpos.mx

RESUMEN

Se compararon diferentes métodos documentados para estimar el estado de madurez del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) para semilla, encontrándose que la presencia de la capa negra es el mejor indicador para la madurez fisiológica, considerando que ésta se alcanzó cuando en la muestra, la proporción fue superior al 75%; mientras que la línea de leche (útil en monitoreos previos) tuvo un valor de 10%. Si se cuenta con el equipo de laboratorio adecuado, la determinación del peso seco y del contenido de humedad resultan los métodos de mejor precisión y son menos laboriosos que los anteriores, aunque requieren de periodos de tiempo determinados, 24 y cuatro horas, respectivamente. La evaluación de la germinación resultó

un excelente indicador al discriminar casi por completo las semillas en madurez fisiológica, siendo superior al 75% en el quinto muestreo semanal, mientras que en semillas no maduras en los primeros cuatro muestreos semanales el porcentaje fue de 0 a 20%, aunque este método requiere una semana, retrasando la obtención de resultados. La elección del método o combinación de éstos depende de las necesidades y restricciones específicas del productor de semilla.

Palabras clave: capa negra, línea de leche, humedad, germinación, vigor.

INTRODUCCIÓN

La madurez fisiológica está relacionada con la oportunidad de cosecha, la cual es importante en la preservación de la capacidad de germinación y el almacenamiento de las semillas. Al momento de llegar a la madurez fisiológica, la semilla tiene su máximo potencial para un buen establecimiento del cultivo, ya que posee el vigor que le permite soportar condiciones desfavorables, tales como mayor profundidad de siembra y tolerancia al frío y al exceso o déficit de humedad, entre otros factores. Conocer el momento en que se ha alcanzado la madurez fisiológica (MF) proporciona una herramienta estratégica en la producción de semilla de la mejor calidad y se define cuando la semilla alcanza su máxima acumulación de peso seco. En el presente estudio se compararon distintos métodos conocidos para determinar el momento en que la semilla ha alcanzado la MF (contenido de humedad, posición de la línea de leche y la intensidad en el color de la capa negra), cada uno de los cuales se comparó con la ganancia de peso seco y con la germinación en condiciones óptimas, condiciones posteriores a frío y a envejecimiento acelerado (Figura 1).

La madurez de la semilla en muchas ocasiones se cuenta a partir de la floración, dividiendo de este modo el desarrollo de las plantas en días a floración y días a madurez fisiológica.



Figura 1. Planta de maíz (*Zea mays* L.) con emisión de estigmas bajo condiciones de monitoreo de madurez fisiológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de las muestras

Las muestras se obtuvieron de un lote de semilla de maíz (*Zea mays* L.), cuya fecha de siembra fue del 25 de mayo. Los muestreos se efectuaron de manera semanal a partir del 26 de septiembre y hasta el momento en que se obtuvo la máxima cantidad de materia seca. Se tomaron tres repeticiones de tres mazorcas, cada una al azar. El desgrane para la obtención de la muestra se realizó de manera manual, separando la semilla de acuerdo con su posición de la mazorca (base, centro y punta).

Determinación del Contenido de humedad

La determinación de humedad se hizo mediante el método descrito por la International Seed Testing Association (ISTA), que consiste en secar tres repeticiones de 15 semillas cada una a 130 °C por cuatro horas y determinar la pérdida de humedad (ISTA, 2005). La fórmula utilizada para ello fue: $CH = 100 \times (P_i - P_f) / P_i$; donde: CH: contenido de humedad en base húmeda (%); P_i : peso inicial, tomado antes del secado; P_f : peso final, tomado después del secado.

Determinación de peso seco

En esta cuantificación se utilizaron dos repeticiones de 100 semillas cada una para cada minilote de acuerdo con su ubicación en la mazorca, secando por un periodo de 24 h a 70 °C. El peso al final del periodo de secado se consideró de cien semillas y se extrapoló al peso de mil de éstas al multiplicarlo por el peso promedio obtenido por 10.

Determinación de la presencia y formación de la capa negra

Se realizó en una muestra de 100

semillas con base en la metodología reportada por Daynard y Duncan (1969), en la que las semillas son cortadas de manera longitudinal y se observa presencia o coloración de la capa negra en la base.

Determinación de la posición de la línea de leche

Se evaluó la presencia de “leche” en 100 semillas de maíz mediante un corte superficial (Afuakawa y Crookston, 1984) a la semilla en la cara opuesta al embrión y presionándola para estimar la ubicación de posible escurrimiento de materia lechosa ($\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{4}$ a partir de la base o pedicelo de la semilla). Se consideró el punto más cercano a la corona (opuesto al pedicelo) como línea de leche.

Determinación del porcentaje de germinación

Se hizo de acuerdo con el método conocido como “entre papel”, recomendado por la ISTA (2005), excepto en el número de semillas por repetición, ya que ésta y las pruebas

de vigor fueron hechas con cuatro repeticiones de 25 semillas cada una. La prueba se realizó humedeciendo un par de hojas de papel tipo “sanitas” en las cuales se colocaron 25 semillas, cubriéndolas con más sanitas, haciendo un dobladillo en la parte inferior de las hojas y en los márgenes laterales; finalmente, se enrolló y dentro de una bolsa de plástico transparente se colocó en un estante de la cámara de germinación con temperatura de entre 20-30 °C, con presencia de luz e hidratación constante. Al final se obtuvo el porcentaje de cada repetición y calculó el promedio (Figura 2, 3).



Figura 2. A) Detección de la capa negra en semillas de maíz blanco, azul y amarillo al momento de madurez fisiológica. B) Prueba de germinación estándar para maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), realizado con la técnica “entre papel”.



Figura 3. Prueba de germinación estándar en almáximo de arena, durante su establecimiento y al final, con el techo de micro túnel para mantener la temperatura.

Determinación del vigor

La cuantificación del vigor se hizo utilizando la prueba de frío, colocando los enrollados de germinación en un refrigerador a 7 °C por una semana y, posteriormente, en condiciones de germinación estándar por cuatro días más (Figura 4). La prueba de envejecimiento acelerado se realizó colocando las semillas en cámaras con 100% de humedad relativa a temperatura de 40 °C por cuatro días y posteriormente fueron sometidas a una prueba de germinación estándar. En todos los casos se tomaron semillas provenientes de los puntos base, centro y punta de la mazorca (Figura 5).

La charola consistió en una caja de plástico con una rejilla de alambre que impide el contacto directo con el agua. La charola se tapa antes de colocarse en la estufa a 40 °C. La cantidad de agua y temperatura generan un ambiente con humedad en saturación.

Los enrollados de germinación se colocaron en refrigeración a 7 °C por siete días, antes de ponerlos en condiciones de germinación estándar.



Figura 4. Prueba de frío para determinar el vigor en semillas.



Figura 5. Semillas colocadas en charolas para envejecimiento acelerado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenido de humedad y materia seca

Las Figuras 6 y 7 muestran el contenido de humedad y acumulación de peso seco promedio de las semillas por cada estrato de la mazorca (base, centro y punta), resaltando que al inicio de la prueba las semillas contenían 46% de humedad promedio (escala derecha), finalizando con 33.8%, el cual fue inferior al contenido de humedad en el momento de MF reportado por Afuakwa y Crookston (1984), quien sugiere un contenido de humedad de 35% para maíz al momento de madurez fisiológica. La acumulación de peso seco es el indicador más preciso y determinante como indicador de MF, y a este respecto se puede observar que los valores fueron semejantes en el cuarto y quinto muestreo,

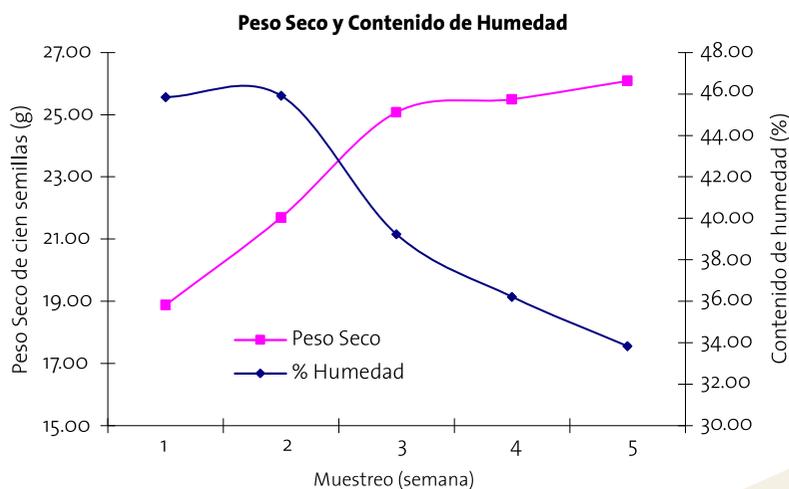


Figura 6. Peso seco y contenido de humedad de cien semillas de maíz (*Zea mays* L.) procedentes de tres estratos de la mazorca.

con ligeras diferencias únicamente en el tercero, lo cual fue indicativo de que se obtuvo la máxima cantidad de peso seco en el quinto y, con ello, la madurez fisiológica.

Intensidad en la coloración de la capa negra

La Figura 8 muestra la intensidad promedio de la capa negra a través

de los distintos muestreos; en el primero la intensidad de color fue de 1, lo que indica que la capa negra no era visible, o bien, tenía un color claro o traslúcido. Aunque el color varió un poco del primero al tercero, los colores se clasificaron como similares debido a que todos ellos eran claros. A partir del tercero y el cuarto, algunas semillas presenta-

ron capa negra o café oscuro, pero la mayoría de la muestra (lote) continuaba con un color claro, incluso con demasiada leche, lo cual fue indicativo de heterogeneidad en la tasa de maduración de las semillas. En el cuarto se registró gran cantidad de semillas con capa oscura procedentes del estrato apical. Lo anterior fue contrario a lo esperado, ya que de este estrato se suponía mayor madurez en relación con los estratos medio y basal (mayor presencia de capa negra) (Daynard y Duncan, 1969). En el quinto muestreo, el promedio de la capa negra expresó su máxima intensidad (tono negro), lo que coincidió con los resultados de la acumulación de peso seco (MF). La clave para determinar el color se graduó de acuerdo con su intensidad, como 1: claro, equivalente a una intensidad en color no perceptible o claro, hasta color amarillo; 2: oscuro, equivalente a una intensidad en verde oscuro o amarillo demasiado intenso; 3: café o gris intenso; y 4: negro.

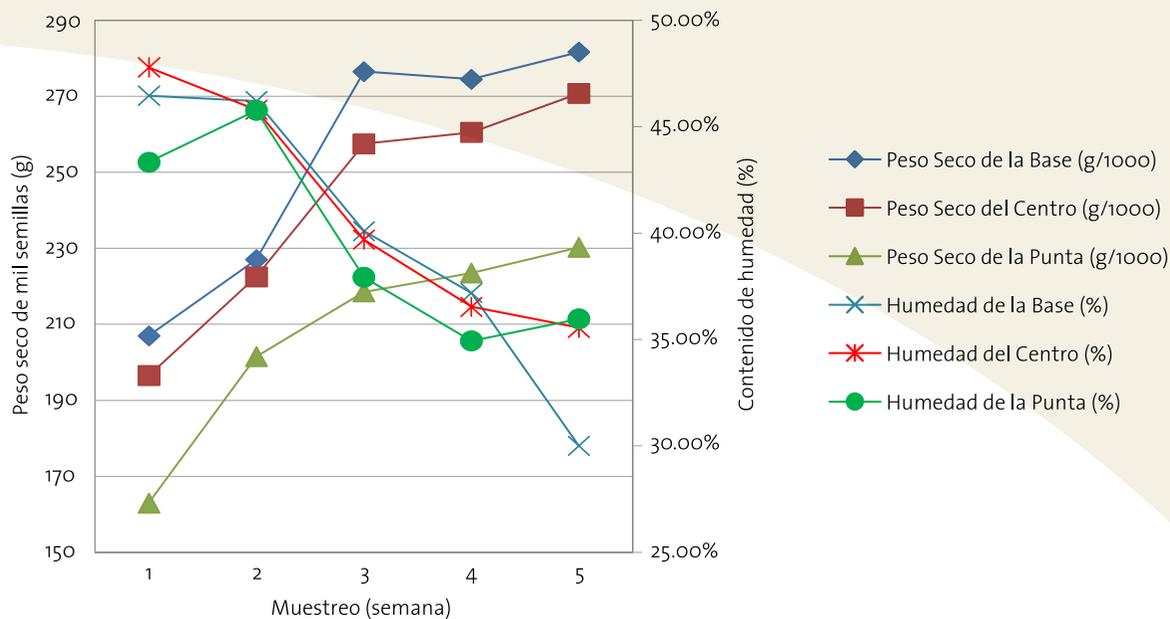


Figura 7. Peso seco y contenido de humedad de mil semillas de maíz (*Zea mays* L.) procedentes de tres estratos de la mazorca.

Posición de la línea de leche

La Figura 9 expresa la ubicación promedio de la línea de leche, donde se aprecia que en el primer muestreo la posición de la misma fue de $\frac{3}{4}$, localizando varias semillas en etapa de 100% leche, conocido como estado de *masa suave* (Afuakwa y Crookston, 1984). A medida que maduraban las semillas, la línea de leche se recorrió hacia la base o pedicelo de la semilla, hasta que en el quinto muestreo la mayoría de ellas tenía un valor cercano a cero leche, registrando una mínima cantidad con de menos de 10% mediante el corte superficial en la semilla. Se asume que este valor corresponde a cero “leche”, ya que no es perceptible a simple vista.

Porcentaje de germinación

La capacidad de germinación de las semillas se obtiene mucho antes de la madurez fisiológica (Solomon *et al.*, 2001; Flores, 2004), sin embargo, en la práctica los resultados de esta prueba en los primeros muestreos presentaron valores muy bajos de germinación, los cuales arrancaron desde 1% en promedio en los estratos medio y base del primer muestreo, hasta 5% en el estrato apical. Lo anterior podría indicar que el estrato apical maduró antes (al menos el embrión), lo cual es congruente con lo reportado por Daynard y Duncan (1969), quienes mencionan que las semillas tienen una tasa más acelerada de acumulación de materia seca en condiciones de estrés y, de acuerdo con estos autores, las semillas apicales son las que menos prioridad tienen en el suministro de asimilados, lo cual representa un estado de estrés.

Se aprecia que los máximos porcentajes de germinación se obtuvieron en el quinto muestreo, con un máximo de 88% correspondiente al estrato medio. Las barras indican los porcentajes de emergencia después de un mes de almacenamiento y se aprecia que el porcentaje de emergencia se incrementó respecto a las que se ensayaron sin previo almacenamiento, lo cual se atribuye a la disminución de ácido abscísico, que impide que las semillas germinen prematuramente en la mazorca (Camacho, 1994) (Figura 10).

Porcentaje de germinación en la prueba de frío (Vigor I)

Esta prueba sirve para determinar el vigor de las semillas y denota su capacidad de germinación bajo condiciones de campo fuera de las óptimas. De acuerdo con Delouche (1976), esta magnitud se incrementa de manera proporcional a la obtención del peso seco, aunque no siempre es constante y se puede constatar al comparar las gráficas de las Figuras 7 y 10, donde en el tercer muestreo se regis-

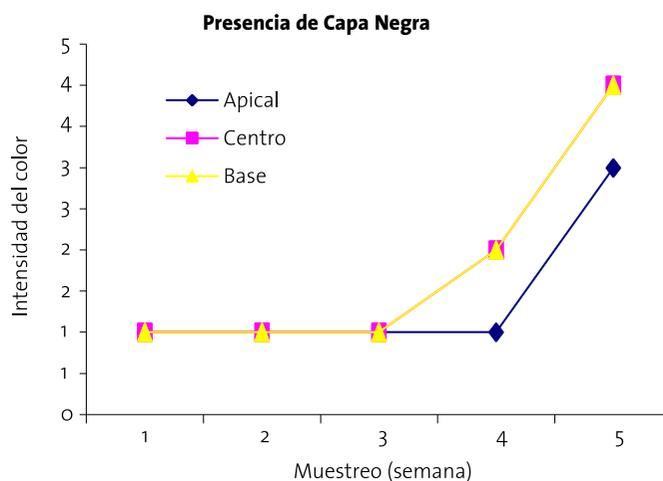


Figura 8. Intensidad promedio de la capa negra en cada muestreo. 1: claro; 2: oscuro; 3: café o gris intenso; y 4: negro.

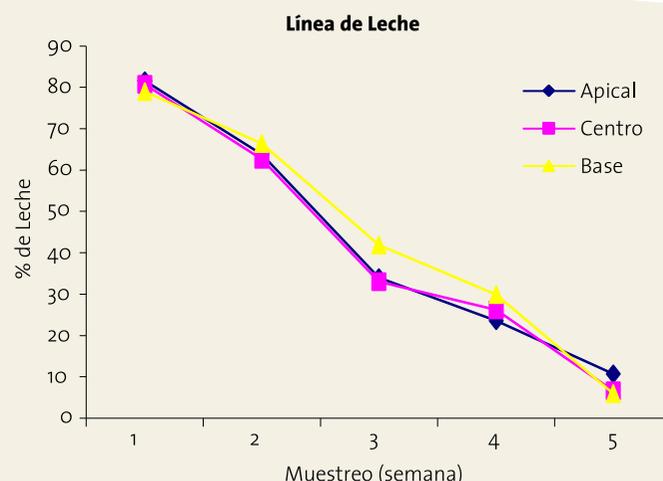


Figura 9. Posición promedio de la línea de leche en semillas de maíz (*Zea mays* L.) en cada muestreo.

tró un incremento considerable del vigor de las semillas y, aun cuando decrece en el cuarto, recupera su capacidad de emergencia en el quinto. En cuanto a las semillas almacenadas (representadas por barras), se aprecia que hubo un incremento considerable en el vigor de las mismas, a excepción de las correspondientes al quinto muestreo con ligero un decremento. Durante los ensayos se observó que las plántulas de las semillas almacenadas crecieron menos que las provenientes de semillas sin previo almacenamiento (Figura 11).

Porcentaje de germinación en la prueba de envejecimiento acelerado (Vigor II)

Se esperaría que esta prueba tuviera resultados similares

a la de frío (por ser una de vigor), sin embargo, el frío y el calor afectan de manera distinta la capacidad de emerger de la semilla y, en general, la germinación fue superior en ésta que en la de frío, lo que se aprecia comparando los porcentajes de emergencia de las Figuras 11 y 12. Esto se atribuye a que quizás el calor y la humedad promovieron la germinación de la semilla, lo cual no ocurrió en la prueba de frío donde, a excepción de la humedad, las condiciones eran más propicias para el almacenaje de la semilla (frío) que para la germinación.

CONCLUSIONES

Se compararon algunas técnicas utilizadas en el monitoreo de la madurez fisiológica. Un método comúnmente utilizado, pero que no se consideró en el presente estudio, son los días después de siembra y de polinización; existen otros indicadores, como los grados días de crecimiento (Eckert *et al.*, 1986), que han resultado ser un método muy práctico y preciso; no obstante, es importante considerar que, en todos los casos, la referencia de madurez fisiológica es la acumulación de peso seco. Los porcentajes más altos de peso seco y de emergencia tanto en la prueba de germinación estándar como en la de frío se obtuvieron al quinto muestreo, seguido del cuarto. En la de envejecimiento acelerado, la mejor emergencia se registró en el quinto muestreo y en el caso de las semillas recién cosechadas se obtuvo en el cuarto; sin embargo, se considera que hubo mayor utilidad en los análisis de semillas que fueron almacenadas durante

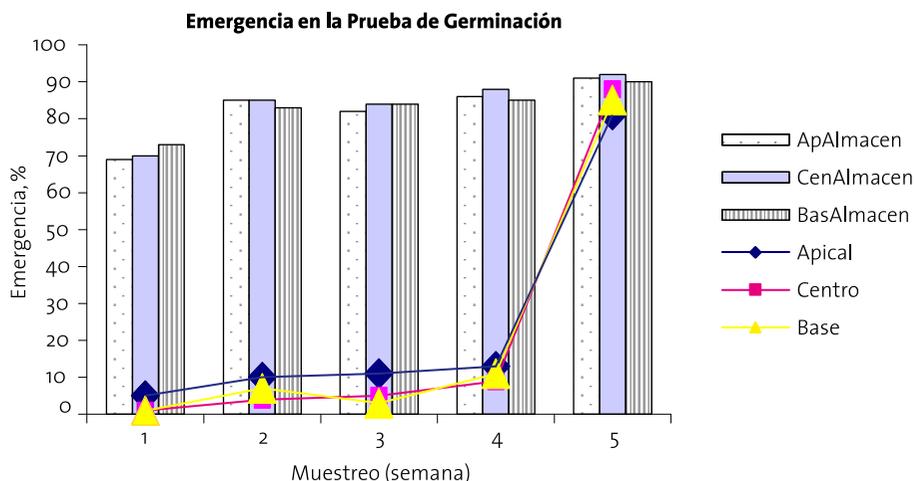


Figura 10. Porcentaje de germinación estándar en cada muestreo. ApAlmacen, CenAlmacen y BasAlmacen, se refieren a la germinación de semillas de los estratos apical, central o medio, y luego de haber sido almacenados por un mes.

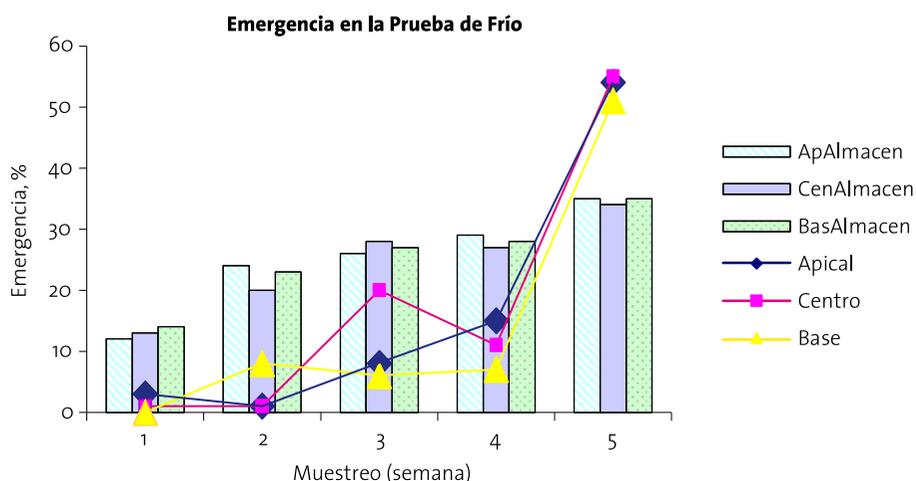


Figura 11. Porcentaje de emergencia promedio en la prueba de frío a través de los muestreos (cosechas).

un mes (considerando que el almacenamiento fue adecuado), ya que la semilla siempre se almacena por un periodo de tiempo previo a su siembra.

La mejor calidad fisiológica se obtuvo en semillas cosechadas en la quinta semana, donde el peso seco de mil semillas (promedio de los tres estratos) fue de 260.9 g, mientras que en el cuarto muestreo fue de 255 g. Los indicadores línea de leche y capa negra coincidieron en el momento de madurez, considerando que la primera fue menor a 10% en el quinto muestreo y superior a 25% en el cuarto, mientras que la capa negra se presentó en el quinto, con una diferencia (menor nivel) en la intensidad de la coloración en el cuarto.

Se consideró que la presencia de capa negra es el mejor indicador, estimando que su proporción sea superior a 75% de la muestra, pero la

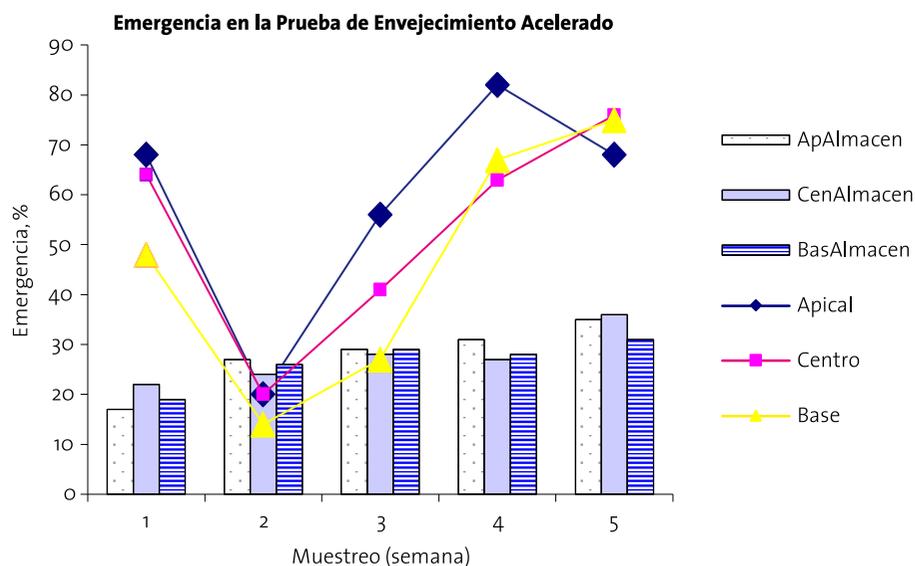
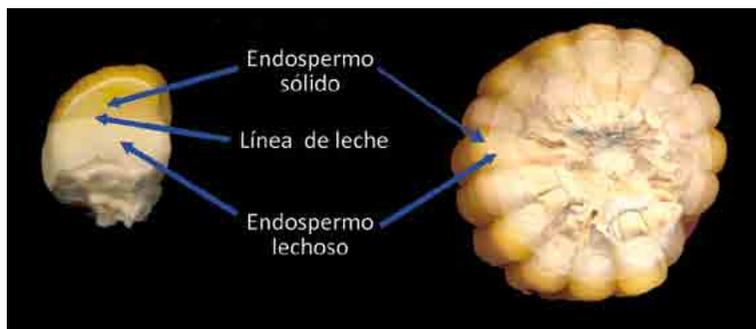


Figura 12. Porcentaje de emergencia promedio en la prueba de envejecimiento acelerado a través de los muestreos en semanas.



Semillas de maíz que muestran una línea de leche de aproximadamente 50 %, el embrión se encuentra en el plano opuesto al mostrado en la imagen.

línea de leche resultó más práctica en monitoreo previo, ya que la colocación de la capa negra podría resultar subjetiva y más difícil de medir. Al respecto, se concluye que lo mejor es combinar estos dos métodos y, en caso de tener duda o de no tener otra opción (si se trabaja con otras especies), utilizar el monitoreo de adquisición de peso seco, para lo que será necesario recurrir a un laboratorio que cuente con los equipos necesarios, tales como estufa, una variación de ± 3 °C como máximo y báscula con 0.001 g de precisión.

LITERATURA CITADA

- Afuakwa, J. J. and R. K. Crookston. 1984. Using the kernel milk line to visually monitor grain maturity in maize. *Crop Sci.* 24: 687-691.
- Camacho M.F. 1994. Dormición de semillas, causas y tratamientos. Ed. Trillas. México. Pp. 22-23.
- Daynard, T. B. and W. G. Duncan. 1969. The black layer and grain maturity in corn. *Crop Sci.* 9: 473-476.
- Delouche, J. C. 1976. Seed maturation. Notes. Seed Technology Laboratory, Mississippi State University, Mississippi State, USA.
- Eckert, D. J. and D. R. Hicks. 1986. Maturity rating systems for corn. *National Corn Handbook*. Cooperative Extension Service. Iowa State University. Ames, Iowa, USA.
- Flores, H. A. 2004. Introducción a la tecnología de semillas. Universidad Autónoma Chapingo. México. Pp. 61.
- ISTA International Seed Testing Association. 2005. International Rules for Seed Testing. Edition 2005. The International Seed Testing Association, Bassersdorf, CH-Switzerland.
- Solomon, E. P., L. R., Berg, y D. W., Martin. 2001. *Biología*. Quinta edición. McGraw-Hill Interamericana. Pp. 781.

VARIACIÓN MORFOLÓGICA DE Maíces Nativos

(*Zea mays* L.) EN EL ESTADO
DE VERACRUZ, MÉXICO

Sierra-Macias, M.¹, Andrés-Meza, P.², Palafox-Caballero, A.¹, Meneses-Márquez, I.¹, Francisco-Nicolás, N.¹, Zambada-Martínez, A.¹, Rodríguez-Montalvo, F.¹, Espinosa-Calderón, A.³, Tadeo-Robledo, M.⁴

¹Campo Experimental Cotaxtla-INIFAP. 92277. Medellín de Bravo, Estado de Veracruz. ²Postgrado de Recursos Genéticos y Productividad-Genética, Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Texcoco, Estado de México. ³Campo Experimental Valle de México-INIFAP. 56250. Coatlinchán, Texcoco, Estado de México. ⁴Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. 54714. Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

Autor responsable: andres.pablo@colpos.mx

RESUMEN

Se realizó una amplia recolecta de maíces nativos (*Zea mays* L.) en las regiones norte, sur e intermedia del estado de Veracruz, México, de mayo de 2009 a junio de 2010, con el fin de identificar y caracterizar a nivel de raza los materiales biológicos, siguiendo los criterios de importancia del cultivo (siembra) de maíz nativo. Se recolectaron y caracterizaron 657 muestras, y se depositaron en un Banco de Germoplasma para su conservación. Para la región tropical se encontraron 164 muestras de la raza Tuxpeño, 75 de Olotillo, 28 de Coscomatepec, 21 de Ratón, 12 de Tepecintle, 11 de Arrocillo, 7 de Elotes Cónicos, 4 de Cónico, 4 de Celaya, 3 de Vandeño, 2 de Chalqueño, 1 de Onaveño, 1 de Pepitilla, 1 de Bolita, 1 de Nal-Tel de Altura, 1 de Cacahuacintle, 1 de Mushito, y 320 mezclas interracial. En altitudes de 0-1300 m predominaron las razas Tuxpeño y Olotillo. Para la intermedia (1801-2000 m), las más frecuentes fueron Coscomatepec y Celaya. En altitudes mayores a 2000 m, las más importantes fueron Cónico, Elotes Cónicos, Chalqueño, Arrocillo amarillo y Cacahuacintle. La mayor frecuencia de maíces nativos fue de grano color blanco y crema. Existe amplia diversidad genética de maíz en el estado de Veracruz que debe conservarse y aprovecharse de manera integral en programas de mejoramiento.

Palabras clave: diversidad biológica, descripción morfológica, conservación.



INTRODUCCIÓN

La evidencia genética, bioquímica y morfológica indican que el maíz (*Zea mays* L.) fue domesticado hace aproximadamente 10,000 años de un teocintle silvestre (*Zea mays* ssp. *parviglumis*) en América Central (Doebly *et al.*, 2006). Posteriormente, con base en patrones de distribución muy particulares, estos maíces migraron a lo largo de diferentes rutas conforme se incrementó su cultivo en su lugar de origen y domesticación. De esta forma hubo regiones en que convergieron las rutas de migración, cuya hibridación y selección posterior dio lugar a nuevas razas de maíz (Kato *et al.*, 2009). Aun cuando se ha avanzado de manera extraordinaria para comprender las interrelaciones y semejanzas entre las razas de maíz, es difícil establecer las épocas y la dirección de la difusión que causó las similitudes y diferencias que existen en la actualidad (Sánchez, 2011).

El maíz en México se cultiva actualmente en un amplio rango de altitud y variación climática, desde el nivel del mar hasta los 3,400 m. Se siembran en zonas con escasa precipitación, en regiones templadas, en ambientes muy cálidos y húmedos, en escaso suelo, en pronunciadas laderas o en amplios valles fértiles, en diferentes épocas del año, y bajo múltiples sistemas de manejo y desarrollo tecnológico (CONABIO, 2011). A esta diversidad de ambientes, los agricultores, indígenas o mestizos, mediante su conocimiento y habilidad, han logrado adaptar y mantener una extensa diversidad de maíces nativos.

En América Latina se han descrito cerca de 220 razas de maíz (Goodman y McK. Bird, 1977), de las cuales se han identificado 64 (29%) y descrito en su mayoría para México (Anderson, 1946; Wellhausen *et al.*, 1951; Hernández y Alanís, 1970; Ortega, 1979; Benz, 1986; Sánchez 1989; Sánchez *et al.*, 2000). De las 64 razas que se reportan para México, 59 se pueden considerar nativas y cinco fueron descritas inicialmente en otras regiones (Cubano Amarillo, del Caribe y cuatro de Guatemala (Nal Tel de Altura, Serrano, Negro de Chimaltenango y Quicheño), pero que también se han colectado o reportado en el país (CONABIO, 2011).

El germoplasma existente en algunas áreas de México, como la Península de Baja California, partes montañosas de Tamaulipas, Tabasco y Norte de Chiapas, están mal estudiados, debido principalmente a que no ha habido una recolección extensiva en estas regiones (Ortega *et al.*, 1991). Gran parte de los acervos de las diferentes colecciones se han evaluado en distintas ocasiones y ambientes (Velázquez *et al.*, 1994; Taba *et al.*, 1998; Herrera *et al.*, 2002; Turrent y Serratos, 2004), principalmente desde el punto agronómico; sin embargo, no se dispone de catálogos descriptivos de las muestras individuales. El objetivo fue conocer la diversidad actual de maíces nativos en el estado de Veracruz, para caracterizarlos e identificarlos a nivel de raza.

MATERIALES Y MÉTODOS

La determinación de los sitios de colecta se realizó considerando la importancia del cultivo y de la presencia de maíces nativos. Las colectas se realizaron duran-

te los meses de mayo y junio de 2009 (ciclo otoño-invierno) y de noviembre de 2009 hasta junio de 2010 (ciclo primavera-verano 2009 y otoño-invierno 2009/10). Para la parte intermedia y alta solo hubo un período de colecta en virtud de que se tiene un ciclo anual de cultivo y las cosechas se realizan en los meses de noviembre, diciembre y enero. Se recolectaron maíces criollos en las regiones norte (Tamiagua, Espinal, Papantla, Tuxpan, Castillo de Teayo, Coatzintla, Álamo, Chicontepic, Benito Juárez), en el sur y en la intermedia (en Xalapa: Acatlán, Chiconquiaco, Landero y Coss, Miahuatlán, Naolinco, Tonayan, Teocelo y Xico; en Orizaba: La Perla, Mariano Escobedo, Tequila, Atahuilco, Tlaquilpa; en Coscomatepec: Alpatlahuac, Chocamán, Ayahualulco, Ixhuatlán de los Reyes, Coscomatepec y Calchahuac; en Perote: Villa Aldama, Altotonga, Atzalan y Jalacingo). En el sur: San Andrés Tuxtla, Santiago Tuxtla, Mecayapan, Tatahuicapan, Hueyapan de Ocampo, Catemaco, Acayucan y Jesús Carranza (Cuadro 1).

La muestra osciló entre 20 y 50 mazorcas, evitando obtener duplicados de la muestra. Se empleó la hoja pasaporte como base para recabar toda la información del cultivar, nombre del productor y sitio de colecta (datos no mostrados); en cada lugar se obtuvieron las coordenadas, altitud, nombre común de la variante biológica y nombre del agricultor. Se utilizó la información de los caracteres cuantitativos y cualitativos de mazorca en muestra de 10 representativas de cada población para realizar la descripción con base en la Guía Técnica y Manual Gráfico para la descripción varietal (SNICS-CP, 2009). Se cuantificó el número de hileras y el de granos por hilera en la mazorca. Se determinó el diámetro de la mazorca y olote

Cuadro 1. Procedencia de los maíces nativos recolectados durante 2009-2010.

Accesión	Raza	Localidad	LN	LO	Altitud (m)
31	Tepecintle	Ohuilapan, San Andrés Tuxtla	18° 24.0' 5.2"	95° 15.0' 23.4"	133
139	Tuxpeño	Rancho Playa, Papantla	20° 37.7' 11"	97° 9.9' 96.0"	25
205	Olotillo	Ohuilapan, San Andrés Tuxtla	18° 24.0' 6.1"	95° 15' 53.6"	64
403	Celaya	Miahuatlán, Miahuatlán	19° 42' 38.5"	96° 53' 29.94"	1890
405	Chalqueño	Miahuatlán, Miahuatlán	19° 43' 18.8"	96° 51' 25.4"	1950
419	Mushito	Cruz Verde, Tonayán	19° 41' 37.5"	96° 55.0' 23"	1823
472	Cacahuacintle	Loma Grande, Mariano Escobedo	18° 55' 52.7"	97° 14' 13.2"	2772
473	Bolita	Loma Grande, Mariano Escobedo	18° 55' 52.7"	97° 14' 13.2"	2772
479	Nal-Tel de Altura	Tatahuilapa, Atahuilco	8° 42' 26.4"	97° 05' 0.46"	1742
500	Pepitilla	Tetelcingo, Coscomatepec	19° 03' 10.9"	97° 08' 40.8"	2289
509	Vandeano	La Esperanza, Hueyapan de Ocampo	18° 16' 32.1"	95° 8.0' 44.4"	171
519	Ratón	El Chamizal, Hueyapan de Ocampo	18° 16' 56.5"	95° 9.0' 43.0"	208
526	Onaveño	Tulapan, San Andrés Tuxtla	18° 17' 42.3"	95° 15' 53.0"	27
575	Coscomatepec	Tetelcingo, Coscomatepec	19° 03' 7.1"	97° 08' 49.8"	2294
595	Arrocillo	Cruz Blanca, Villa Aldama	19° 38.0' 1.1"	97° 09' 40.9"	2376
597	Cónico	Villa Aldama, Villa Aldama	19° 38' 26.9"	97° 19' 40.1"	2392
606	Elotes Cónicos	Lerdo de Tejada Altotonga	19° 41' 21.4"	97° 14' 13.1"	2424

(cm), longitud de mazorca (cm), peso seco de cien granos (g); largo, ancho y espesor del grano (mm), además de que en cada una se determinaron caracteres cualitativos de forma, disposición de hileras, textura, y color del grano y del olote.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó la clasificación de las razas como: Grupo Cónico o razas de partes altas del centro de México, Grupo sierra de Chihuahua o razas de partes altas del norte de México, Grupo de maíces de ocho hileras o razas del occidente de México, Razas de maíces tropicales precoces o de maduración temprana, y Grupo de maíces dentados tropicales.

Grupo cónico

Incluye a aquellas cuya característica

sobresaliente es la forma piramidal de sus mazorcas; se distribuyen predominantemente en regiones con elevaciones de más de 2,000 m (Sánchez *et al.*, 2000) y en su mayoría son endémicas de Valles Altos y sierras del centro del país (Wellhausen *et al.*, 1951). Algunas de las que forman este grupo fueron localizadas en zonas de transición (1801-2000 m) y áreas con alturas de más de 2000 m; principalmente: Arrocillo, Cacahuacintle, Cónico, Elotes Cónicos, Chalqueño y Mushito, de los cuales se hace una descripción breve.

Arrocillo: una gran parte de las mazorcas (70%) presentaron forma cónica, y longitud y diámetro de 12.6 y 4.5 cm. El olote tiene un diámetro de 1.6 cm, en el cual se distribuyen 16 hileras con 28 granos bien dentados de color crema. Las hileras se disponen ligeramente en espiral. El color del olote en

la parte media tuvo una variación de 60% rojo y 40% blanco. El grano tiene 7.8 mm de ancho, longitud de 14.5 mm, espesor de 4.1 mm y 100 granos pesan 30 g⁻¹ (Figura 1a).

Cacahuacintle: el 80% de las mazorcas presentaron forma cónica-cilíndrica, longitud y diámetro de 16.2 y 5.5 cm. El olote tiene un diámetro de 2.8 cm, en el cual se distribuyen 12 hileras con 24 granos de textura cerosa y una coloración blanca. Las hileras se disponen ligeramente en espiral. El color del olote en la parte media presentó coloración blanca. El grano tiene 11.4 mm de ancho, una longitud de 14.6 mm, un espesor de 6.3 mm y 100 granos pesan 30 g⁻¹ (Figura 1b).

Cónico: de forma cónica-cilíndrica, la mazorca mide 12.5 cm de largo, 4.6 cm de diámetro, 16 hileras dispuestas ligeramente en espiral y cada hilera

tiene 24 granos. Presentaron color crema y variación en textura de 70% y 30% con grano dentado y semi-dentado, respectivamente. El color del olote en la parte media presentó variación de 80% blanco y 20% rojo. El grano tiene 6.6 mm de ancho, una longitud de 14.6 mm, espesor de 4.3 mm y 100 granos pesan 38 g⁻¹ (Figura 1c).

Elotes Cónicos: de forma cónica, la mazorca mide 13.3 cm de largo, 4.8 cm de diámetro, 18 hileras dispuestas ligeramente en espiral y cada hilera con 29 granos. Presentaron coloración azul y azul oscuro y una variación en textura de 70%, 20% y 10%, grano semi-dentado, semi-cristalino y dentado, respectivamente. El color del olote en la parte media fue blanco. El grano tiene 6.2 mm de ancho, longitud de 15 mm, un espesor de 3.9 mm y 100 granos pesan 28 g⁻¹ (Figura 1d).

Chalqueño: entre 60% y 40% de las mazorcas presentaron forma cónica-cilíndrica y cónica. La mazorca mide 18.5 cm de largo, 4.9 cm de diámetro, 16 hileras dispuestas ligeramente en espiral y cada hilera con 40 granos. Tienen coloración crema y grano dentado. El color del olote en la parte media fue de coloración blanca. El grano tiene 7.8 mm de ancho, longitud de 14.5 mm, un espesor de 4.1 mm y 100 granos pesan 30 g⁻¹ (Figura 1e).

Mushito: entre 70% y 30% de las mazorcas presentaron forma cónica-cilíndrica y cónica; mazorca de 17.8 cm de largo, 4.6 cm de diámetro, 14 hileras dispuestas ligeramente en espiral y cada hilera con 40 granos. Tienen una coloración crema y grano dentado. El color del olote en la parte media tiene variación de 90% blanco y 10% morado. El grano tiene 7.3 mm de ancho, una longitud de 12.8 mm, espesor

de 4.1 mm y 100 granos pesan 40 g⁻¹ (Figura 1f).

Grupo de maíces de ocho hileras o razas del occidente de México

Incluye a aquellas cultivadas en elevaciones bajas e intermedias, desde los valles centrales de Oaxaca hasta las cañadas del noroeste de México (CONABIO, 2011; Sánchez *et al.*, 2000). La raza Bolita se cultiva especialmen-

te para consumo como elotes y para varios usos especiales (téjate, galletas, pozole, huachales, tejuino, huajatoles, usos rituales, etcétera). El Onaveño es muy rendidor y apreciado para forraje (Wellhausen *et al.*, 1951; Hernández, 1985). Algunas razas que forman este grupo fueron localizadas en zonas tropicales (0-1300 m) y de altura (más de 2000 m), principalmente Onaveño y Bolita.



Figura 1. Grupo Cónico o razas de las partes altas del centro de México: a: Arrocillo; b: Cacahuacintle; c: Cónico; d: Elotes Cónicos; e: Chalqueño y f: Mushito.

Onaveño: maíz de tipo cristalino; 70% y 30% de las mazorcas presentaron forma cónica-cilíndrica y cónica. La mazorca mide 18.1 cm de largo, 4.4 cm de diámetro, 10 hileras dispuestas en forma recta y cada hilera tiene 38 granos. Presentan coloración crema. El color del olote en la parte media presentó coloración blanca. El grano tiene 8.6 mm de ancho, longitud de 10.2 mm, espesor de 4.2 mm y 100 granos pesan 28 g⁻¹ (Figura 2a).

Bolita: las mazorcas de este maíz presentaron 70% y 30% forma cónica y cónica-cilíndrica. La mazorca mide 13.7 cm de largo, 4.4 cm de diámetro, 8 hileras dispuestas ligeramente en espiral y cada hilera con 26 granos. Presentan coloración crema y una variación en textura de 80% y 20% grano dentado y semi-dentado. El color del olote en la parte media presentó variación de 90% B; 10% B. El grano tiene 7.2 mm de ancho, longitud de 14.3 mm, espesor de 4.1 mm y 100 granos pesan 56 g⁻¹ (Figura 2b).

Razas de maíces tropicales precoces o de maduración temprana

Se cultivan principalmente en terrenos del trópico seco y regiones semiáridas del país (100-1300 m), adaptadas a limitados regímenes de humedad que les ha conferido un ciclo de maduración corta o temprana (CONABIO, 2011; Sánchez *et al.*, 2000). La raza Ratón se ha utilizado ampliamente como material de partida en el desarrollo de materiales mejorados.

Ratón: las mazorcas examinadas presentaron 80%, 10% y 10% forma cónica-cilíndrica, cilíndrica y cónica. La mazorca mide 15.3 cm de largo, 4.2 cm de diámetro, 10 hileras dispuestas de forma recta y cada hilera con 34 granos. Presentan coloración crema y variación en textura de 80% y 20% grano dentado y semi-dentado, respectivamente. El color del olote en la parte media presentó variación de 90% blanco y 10% rojo. El grano tiene 7.8 mm de ancho, una longitud



Figura 2. Grupo de maíces de ocho hileras o razas del occidente de México: a: Onaveño; b: Bolita.

de 14.5 mm, un espesor de 4.1 mm y 100 granos pesan 30 g⁻¹, respectivamente (Figura 3a).

Grupo de maíces dentados tropicales

Este grupo incluye razas agrónomicamente muy importantes del sur de México, distribuidas principalmente en regiones intermedias y de baja altitud. Éstas y sus derivados son probablemente las más usadas en los programas de mejoramiento genético a nivel mundial (Sánchez *et al.*, 2000).

Tuxpeño: Atractivas mazorcas cilíndricas dentadas de 18.9 cm de largo, 4.7 cm de diámetro, 14 hileras dispuestas en forma recta y cada hilera con 42 granos. Presentan coloración crema. El color del olote en la parte media fue blanco. El grano tiene 9.3 mm de ancho, longitud de 12 mm, espesor de 3.8 mm y 100 granos pesan 38 g⁻¹ respectivamente (Figura 4a).

Tepecintle: este tipo de maíz presenta 70% y 30% de forma cilíndrica y cónica-cilíndrica. La mazorca mide 17.7 cm de largo, 4.2 cm de diámetro, 10 hileras dispuestas ligeramente en espiral y cada hilera con 34 granos. Las mazor-



Figura 3. Razas de maíces tropicales precoces o de maduración temprana: a: Ratón.

cas examinadas presentaron color crema y variación en textura de 70% y 30%, con grano semi-dentado y dentado. El color del olote en la parte media presentó variación de 80% blanco y 20% rojo. El grano tiene 9.1 mm de ancho, longitud de 11.7 mm, espesor de 3.6 mm y 100 granos pesan 38 g⁻¹ (Figura 4b).

Vandeño: mazorcas con 60% y 40% de forma cónica-cilíndrica y cilíndrica. Miden 17.8 cm de largo y 5 cm de diámetro. El olote tiene un diámetro de 2.9 cm, en el cual se distribuyen 14 hileras con 40 granos dentados de color crema. Las hileras se disponen en 50% de manera ligeramente en espiral y 50% rectas. En la parte media, el olote presentó coloración blanca. El grano tiene 9.5 mm de ancho, longitud de 11.5 mm, espesor de 3.7 mm y 100 granos pesan 32 g⁻¹ (Figura 4c).

Celaya: maíz de tipo dentado; 80% y 20% de las mazorcas examinadas presentaron forma cónica-cilíndrica y cónica. Mide 19 cm de largo, 5 cm de diámetro, 14 hileras dispuestas ligeramente en espiral y cada una con 37 granos. Presentaron coloración crema. El olote en la parte media presentó coloración blanca. El grano tiene 8.3 mm de ancho, longitud de 14.4 mm, espesor de 4.9 mm y 100 granos pesan 46 g⁻¹ (Figura 4d).

Pepitilla: Su característica más sobresaliente es el grano extremadamente largo, puntiagudo y frecuentemente con un “pico” en el ápice. Las mazorcas son de tipo cónico y de textura dentada. Miden 14.4 cm de largo y 4.8 cm de diámetro. El olote tiene un diámetro de 1.8 cm en el cual se distribuyen 14 hileras con 25 granos de color crema. Las hileras se disponen ligeramente en espiral, espiral y rectas en 70%, 20% y 19%, res-



Figura 4. Grupo de maíces dentados tropicales: a: Tuxpeño; b: Tepecintle; c: Vandeño; d: Celaya; e: Pepitilla; f: Nal-Tel de Altura.

pectivamente. El color del olote en la parte media presentó una variación de 80% blanco y 20% rojo. El grano tiene 6.6 mm de ancho, longitud de 16.4 mm, espesor de 4 mm y 100 granos pesan 36 g⁻¹ (Figura 4e).

Nal-Tel de Altura: La forma de la mazorca de esta raza presenta 80% y 20% forma cónica-cilíndrica y cilíndrica. Mide 16.6 cm de largo, 4.6 cm de diámetro, 14 hileras dispuestas

ligeramente en espiral y cada hilera con 31 granos. Las mazorcas examinadas presentaron una variación de 60%, 30% y 10% de grano pinto, azul oscuro y morado, con 70% y 30% de textura semi-dentado y dentado. El color del olote en la parte media presentó una variación de 90% blanco y 10% rojo. El grano tiene 8 mm de ancho, 12 mm de longitud, 4.6 mm de espesor y 100 granos pesan 42 g⁻¹ (Figura 4f).

Grupo de maíces de maduración tardía

Este grupo incluye razas que se cultivan en amplias áreas a diferentes altitudes (Aragón *et al.*, 2006). Su rango de adaptación ha facilitado que se cultiven algunas de ellas desde el nivel del mar hasta tierras altas de ladera, condición húmeda y nubosa de las sierras del sureste y centro-orientado del país (Ortega, 2003; CONABIO, 2011).

Olotillo: maíz de tipo dentado, con mazorcas cilíndricas. La mazorca mide 17.4 cm de largo, 4 cm de diámetro, 10 hileras dispuestas ligeramente en espiral y cada hilera con 44 granos. Presentaron coloración crema. El color del olote en la parte media presentó coloración blanca. El grano tiene 8.9 mm de ancho, longitud de 11.2 mm, espesor de 4.2 mm y 100 granos pesan 29 g^{-1} (Figura 5a).

Coscomatepec: es de color crema y la forma de la mazorca de esta raza presenta 50% y 50% de forma cilíndrica y cónica-cilíndrica. La mazorca mide 17.9 cm de largo, 4.5 cm de diámetro, 12 hileras dispuestas ligeramente en espiral y cada hilera con 40 granos, con 90% y 10% de textura dentado y semi-dentado. El color del olote en la parte media presentó variación de 90% blanco y 10% rojo. El grano tiene 8.1 mm de ancho, longitud de 14.2 mm, espesor de 3.3 mm y 100 granos pesan 40 g^{-1} (Figura 5b).

CONCLUSIONES

Se recolectaron 657 muestras de maíz criollo o nativo en el estado de Veracruz. Se identificaron 17 razas y 640 variantes dentro de éstas. En la identificación de razas en altitudes de 0-1300 m, predominaron las razas Tuxtepec y Olotillo. En la región intermedia, con alturas de 1801 a 2000 m las más frecuentes fueron: Coscomatepec y Celaya. En altitudes mayores a los 2000 m las razas más importantes fueron Cónico, Elotes cónicos, Chalqueño, Arrocillo amarillo y Cacahuacintle. De las accesiones se encontró mayor frecuencia de maíces criollos con grano de color blanco y crema y, en menor proporción, amarillo, negro, pinto y rojo. Existe diversidad genética en maíz, la cual debe conservarse y aprovecharse en programas de mejoramiento. A pesar de la introducción de maíces mejorados en las zonas donde se realizó la colección, el material nativo continúa utilizándose por pequeños y medianos productores debido a cualidades particulares de cada material.

LITERATURA CITADA

Anderson E. 1946. Maize in Mexico. A preliminary survey. *Annals of Missouri Botanical Garden* 33: 147-247.



Figura 5. Grupo de maíces de maduración tardía: a) Olotillo; b) Coscomatepec.

- Aragón F., Taba S., Hernández J.M., Figueroa J.D., Serrano V., Castro F.H. 2006. Catálogo de maíces criollos de Oaxaca. Libro Técnico 6. INIFAP. México D. F. 344 p.
- Benz B.F. 1986. Taxonomy and evolution of mexican maize. Ph. D. Diss., University of Wisconsin, Madison. 433 p.
- CONABIO. 2011. Base de datos del proyecto global "Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México". Octubre de 2010. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 98 p.
- Doebly J. 2006. Unfallen grains: How ancient farmers turned weeds into crops. *Science* 312: 1318-1319.
- Goodman M.M., Mck Bird R. 1977. The races of maize: IV Tentative grouping of 219. *Latin American Races. Econ. Bot.* 31: 204-221.
- Hernández X.E. 1985. Maize and man in the Greater Southwest. *Econ. Bot.* 39:416-430.
- Hernández X.E., Alanís G.F. 1970. Estudio morfológico de cinco nuevas razas de maíz de la Sierra Madre Occidental de México: Implicaciones filogenéticas y fitogeográficas. *Agrociencia* 5: 3-30.
- Herrera C.B.E., Macías L.A.R., Díaz R.M., Valadez R., Delgado A.A. 2002. Uso de semilla criolla y caracteres de mazorca para la selección de semilla de maíz en México. *Rev. Fitotec. Mex.* 25: 17-23.

- Kato T.A., Mapes C., Mera L.M., Serratos J.A., Bye R.A. 2009. Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 116 p.
- Ortega P.R. 1979. Reestudio de las razas Mexicanas de maíz. Informe Anual. Campo Experimental de la Mesa Central. INIA. Chapingo, México. 210 p
- Ortega P.R. 2003. La diversidad de maíz en México. *In*: Sin maíz no hay país, G. Esteva y C. Marielle, coordinadores, CONACULTA, México. pp. 123-154.
- Ortega P.R., Sánchez G.A.J.J., Castillo G.F., Hernández J.M.C. 1991. Estado actual de los estudios sobre maíces nativos en México. *En*: Ortega P., R. A., G. Palomino H., F. Castillo G., V. A. González H. y M. Livera M. (eds.). 1991. Avances en el estudio de los recursos Fitogenéticos de México. SOMEFI. Chapingo, México. pp. 161-185.
- Sánchez G.J.J. 1989. Relationships among the Mexican races of maize. Ph. D. Diss. North Carolina State University Department of crop Science, Raleigh, N.C. 187 p.
- Sánchez G.J.J. 2011. Diversidad del maíz y teocintle. Informe preparado para el proyecto global "Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México" de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 98 p.
- Sánchez G.J.J., Goodman M.M., Stuber C.W. 2000. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of México. *Econ. Bot.* 54: 43-59.
- SNICS-CP. 2009. Manual Gráfico para la Descripción Varietal de Maíz (*Zea mays* L.). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS)-Colegio de Postgraduados (CP). SAGARPA. 118 p.
- Taba S., Aragón C.F., Díaz C.J., Castro G.F.H., Hernández C.J.M. 1998. Cultivares locales de maíz para su conservación y mejoramiento en Oaxaca, México. *En*: Ramírez V., P., F. Zavala G., O. Gómez M., F. Rincón S. y A. Mejía C. (eds.). Memorias del XVII Congreso de Fitogenética. 218 p.
- Turrent A., Serratos J.A. 2004. Context and background on maize and its wild relatives in México. *In*: Maize and Biodiversity: The effects of transgenic maize in México, Chapter 1. pp: 1-55.
- Velázquez R.P., Santacruz V.A., Muñoz O.A. 1994. Selección de maíces criollos en el área de Paracho-Pichátaro de la Sierra Tarasca, Michoacán. *En*: Ramírez V., P., F. Zavala G., N. E. Treviño H., E. Cárdenas C. y M. Martínez R. (Comp.). Memorias del 11º Congreso Latinoamericano de Genética y XV Congreso de Fitogenética. SOMEFI. México. 352 p.
- Wellhausen E., Roberts L.M., Hernández X.E., Mangelsdorf P.C. 1951. Razas de maíz en México, su origen, características y distribución. Folleto Técnico No. 5, México: Oficina de Estudios Especiales, S.A.G. 237 p.



Segundo periodo del *Dr. Víctor Villalobos* al frente del IICA

El 13 de enero se llevó a cabo, en San José de Costa Rica, la investidura del **Dr. Víctor M. Villalobos Arámbula**, para un segundo periodo al frente del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Asistieron altos funcionarios del gobierno de ese país; El Dr. José Miguel Insulza, Secretario General de la OEA; El Secretario de Agricultura (SAGARPA) de México, el Secretario de Agricultura de Argentina, e invitados especiales de México y otros países de la región.



Al centro, Víctor Villalobos, rodeado, entre otras personalidades por Gloria Abraham (Secretaria de Agricultura de Costa Rica), Enrique Martínez y Martínez (Secretario de la SAGARPA), y José Miguel Insulza



Invitados Especiales: Casio Luiselli, Eduardo Casas Díaz y Said Infante Gil.



Víctor Villalobos, Enrique Martínez y Martínez, Said Infante Gil y Judith Sandoval (Directora Editorial de la Fundación Colegio de Postgraduados). En un segundo plano Ignacio Lastra Marín



Programa del acto.





Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias



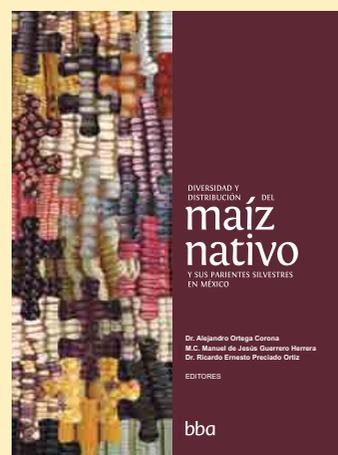
Campo Experimental

Norman E. Borlaug



Homenaje al Dr. Alejandro Ortega y Corona

El 23 de enero se realizó un homenaje al Dr. Alejandro Ortega y Corona en las Instalaciones del CIRNO en Ciudad Obregón, Sonora. Alejandro ha sido un factor muy destacado en la consolidación de ese muy importante centro de investigación agrícola. Este espacio es insuficiente para reseñar sus méritos científicos, los que se destacaron en el homenaje, además de presentar el libro: **Diversidad y Distribución de los Maíces Nativos y sus Parientes Silvestres en México**, obra magna que Alejandro coordinó con su energía y dedicación características. Aquí sólo cabe destacar su bonhomía y su buena mano para destilar bacanora.



La obra



Presidium de la presentación del libro



El Dr. Salvador Fernández Rivera presentando la obra

La Sra. Eli Beltrán de Ortega, esposa de Alejandro.



Aspecto del auditorio



La familia del Dr. Ortega



Inauguración de la sala Alejandro Ortega y Corona

Degustando unas chimichangas y un bacanora con Alejandro en su domicilio





Las Ciencias Agrícolas Mexicanas y sus Protagonistas, Vol. 4

Casas, Infante, Jiménez y Martínez

En esta cuarta entrega de la serie Las Ciencias Agrícolas Mexicanas y sus Protagonistas destaca el hecho de que la mayoría de los actores pertenecen ya a la segunda generación de investigadores profesionales de la agricultura, así como de ciencias afines; prácticamente todos herederos de la tradición iniciada en la Oficina de Estudios Especiales y

su sucesor: el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. También es notable la diversidad de disciplinas cubiertas y la creciente especialización, más allá de las tradicionales. Tenemos estadísticos, biólogos, nematólogos, fitopatólogos...

Felizmente, 11 de los 15 están todavía con nosotros y más o menos activos. Les deseamos una larga vida, puesto que fructífera ya lo ha sido.



Marte R. Gómez. Textos inéditos. Diego y sus mujeres.

Marte R. Gómez

En este libro, que rescata apuntes diversos –e inéditos– de Don Marte R. Gómez sobre su relación con Diego Rivera, hemos privilegiado bosquejos que Don Marte dejó en sus archivos, y que han sido espigados por su hijo Marte, y sus hijas Esther e Hilda. El eje principal que se ha elegido –por poco frecuentado de manera temática– es el de las relaciones de

nuestro gran pintor con mujeres emblemáticas a las que cortejó –a veces con éxito; a veces, pues no–. Por estas páginas desfilan mujeres tan excepcionales como Lupe Marín, Frida Kahlo, Angelina Beloff, Marevna, Dolores Olmedo, Machila Armida, Tina Modotti, María Félix, Dolores del Río y muchas más.

Se narra también la génesis y desarrollo de los murales de la capilla en la ex hacienda de Chapingo, a donde el Ing. Gómez había trasladado la Escuela Nacional de Agricultura –originalmente situada en San Jacinto, D.F.– a iniciativa de Don Ramón P. Denegri, Secretario de Agricultura y Fomento, y del propio Ing. Gómez.

Destacan en la obra la erudición y la prosa –cuidadosa y esmerada– de Don Marte R. Gómez, así como el retrato del México de entre 1920 y 1950, sin duda una época privilegiada de nuestro país.



Los quesos mexicanos genuinos, patrimonio cultural que debe rescatarse.

Cervantes, Villegas, Cesín y Espinoza

En esta segunda edición de Los quesos mexicanos genuinos: patrimonio cultural que debe rescatarse, (algo corregida y muy añadida, como escribió Don Antonio Alatorre en el prólogo a la tercera edición de su libro Los 1001 años de la lengua española), se ha intentado lo mismo que se propuso y

consiguió el ilustre filólogo mexicano: corregir y añadir. Toda proporción guardada, creemos haberlo logrado. Si la primera edición logró la proeza de obtener el premio “Mejor Libro de Quesos del Mundo” en los Gourmand World Cookbooks Awards, en 2009, esta segunda edición merece similar fortuna.

Corregir: se han hecho bastantes correcciones editoriales y se ha mejorado el diseño. Añadir: se incluyen fichas de quesos posteriormente identificados: *v.gr.*, el de reata, el adobera –de la Sierra Amula– y el guaje. También se sustituyeron algunas fichas para aclarar la información e incluir el nombre correcto del queso (*v.gr.*: queso de hoja del Istmo por queso de hoja de la costa de Oaxaca). Otra novedad es el reacomodo de las fichas según el medio físico climático de las regiones de origen de los quesos. Esta obra resultará de interés para amas de casa, estudiantes de todos los niveles, investigadores; pero, sobre todo, para quienes disfrutamos de un buen queso, y queremos aderezar su sabor con el conocimiento de su origen, su producción y su historia.



Cómo escribir e ilustrar un artículo científico

Björn Gustavii

Este breve –como debe ser– tratado sobre escritura científica tiene múltiples virtudes; entre otras estar muy bien escrito e ilustrado, con una traducción pulcra que intenta respetar las sutilezas de las diferencias entre los idiomas inglés y español (cuando esto es muy difícil se incluyen los párrafos correspondientes en ambos idiomas), además

de presentarse en una edición muy cuidada y con mucha calidad gráfica y estética. Amén de referirse a prácticamente todos los aspectos que deben atenderse para publicar en revistas indizadas, tiene instrucciones detalladas para la redacción de tesis de maestría y doctorado, un tema poco atendido en la literatura sobre redacción científica.

Publicado originalmente por Cambridge University Press en 2002, ahora la Editorial del Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas presenta la primera edición en español, como un servicio a la comunidad científica hispanohablante.



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Campus San Luis Potosí

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

Innovación en Manejo de Recursos Naturales

Objetivo:

Preparar profesionales a nivel postgrado, dentro del ámbito del desarrollo e innovación en el manejo sustentable de recursos naturales para la transformación rural, que se integren dentro de los sectores público y privado y sean coadyuvantes en el desarrollo rural y en el mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad.

Ventajas competitivas:

- Académicos egresados de prestigiosas universidades nacionales y del extranjero
- Educación flexible y personalizada
- Centro de investigación con reconocimiento nacional e internacional

Los requisitos de ingreso y formato de admisión pueden ser obtenidos en la página web del Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí:

<http://www.colpos.mx/slp/recnat/Requisitos%20de%20ingreso.htm>

Fechas límite para recepción de documentos:

- * 22 de noviembre de 2013, para su ingreso en enero de 2014.
- * 30 de mayo de 2014, para su ingreso en agosto de 2014.

Becas:

A través del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACyT.

Perfil de ingreso:

El aspirante a ingresar al programa deberá tener una formación mínima de licenciatura en ciencias agronómicas, ambientales, biológicas, pecuarias o en otras áreas afines.

- ✓ Nociones sobre el método científico y su aplicación en el desarrollo de investigaciones.
- ✓ Habilidad para trabajar en equipo.
- ✓ Habilidad de expresión escrita y oral.
- ✓ Disponibilidad para trabajo al aire libre y en laboratorio.
- ✓ Compromiso con el entorno rural y el manejo sustentable de los recursos naturales.

Mayores Informes:

SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN
496-9630240 Ext. 4022
vmanuel@colpos.mx

Colegio de Postgraduados,
Campus San Luis Potosí
Iturbide # 73, Salinas de Hgo., SLP
CP 78600

