

VENADO VERACRUZANO:

(*Odocoileus virginianus veraecrucis* Goldman & Kellogg, 1940)

UNA OPCIÓN PARA LA GANADERÍA DIVERSIFICADA
Y LA CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS

pág. 58

 **ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS**
DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



AÑO 6 • VOLUMEN 6 • NÚMERO 5 • SEPTIEMBRE-OCTUBRE, 2013

La producción de frambuesa y zarzamora en México	3
El olivo (<i>Olea europaea</i> L.) en México	13
El cultivo de <i>Agave tequilana</i> Weber por pequeños productores de Tequila, Jalisco	21
Estudio etnoentomológico de la hormiga escamolera (<i>Liometopum apiculatum</i>) en dos localidades del estado de Querétaro	27
Recolección de insectos comestibles en Pinos Zacatecas: Descripción y análisis de la actividad	35
Características industriales de maíces (<i>Zea mays</i> L.) pigmentados de Chiapas	44
Áreas potenciales para el cultivo del aguacate (<i>Persea americana</i> L.) cultivar "Hass" en el estado de Guerrero, México.	52

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



44

Contenido

3	La producción de frambuesa y zarzamora en México
13	El olivo (<i>Olea europaea</i> L.) en México
21	El cultivo de <i>Agave tequilana</i> Weber por pequeños productores de Tequila, Jalisco
27	Estudio etnoentomológico de la hormiga escamolera (<i>Liometopum apiculatum</i>) en dos localidades del estado de Querétaro
35	Recolección de insectos comestibles en Pinos Zacatecas: Descripción y análisis de la actividad
44	Características industriales de maíces (<i>Zea mays</i> L.) pigmentados de Chiapas
52	Áreas potenciales para el cultivo del aguacate (<i>Persea americana</i> L.) cultivar “Hass” en el estado de Guerrero, México.
58	Venado Veracruzano (<i>Odocoileus virginianus veraecrucis</i> Goldman & Kellogg, 1940): Una opción para la ganadería diversificada y la conservación de ecosistemas
65	La Yaca (<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.) un fruto de exportación
71	Mejoramiento genético participativo en Cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)
81	



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.

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

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 6 • NÚMERO 5 • SEPTIEMBRE—OCTUBRE, 2013.

En este número  entrega resultados de investigación acerca de diferentes cultivos y actividades que representan áreas de oportunidad para diversificar actividades económicas rurales. La riqueza ambiental en México puede ser el mejor aliado para especies nativas y exóticas que tienen demanda nacional e internacional, y que han estado presentes en la cultura de pueblos originarios de México, y otros, que han sido adoptados del viejo continente. Tanto las especies como los enfoques de producción abordados, evidencian cómo es posible diversificar productivamente áreas en México, análogas a sus sitios de origen y distribución. Resaltan el olivo, yaca, frutilla, agave y aguacate por su importancia económica que compiten fuertemente en los mercados externos, lo cual permite la sostenibilidad socioeconómica de muchos territorios, amén del rescate del cacao de almendra blanca (“criollo”) que es demandado en la industria confitera internacional, así como, amplia variación de maíces pigmentados para obtener tortillas con alto contenido de antioxidantes. Una asignatura pendiente, es el manejo del venado e insectos comestibles, cuya relación y equilibrio ancestral con algunos grupos humanos ha sido interrumpida, aumentando el nivel de fragilidad para las especies y ecosistemas. Es importante proponer el siguiente paso; de la prospección y la “potencialidad”, hacia la sistematización de acciones concertadas, que materialicen los esfuerzos iniciales resaltados en las investigaciones, de tal forma que la diversificación productiva, económica y bienestar social ocurra como resultante natural, y lo anterior genere verdaderas áreas de oportunidad.

Jorge **Cadena Iñiguez**

Director de 

LA PRODUCCIÓN DE FRAMBUESA Y ZARZAMORA EN MÉXICO

Muratalla-Lúa A.¹; Jaen-Contreras, D.¹; Arévalo-Galarza, L.^{1,2}

¹Recursos Genéticos y Productividad; Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo, Km. 36.5 Carretera México-Texcoco. CP 56230, Texcoco Estado de México. ²Línea Prioritaria de Investigación en Inocuidad, Calidad de Alimentos y Bioseguridad (LPI-7). Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo, Km. 36.5 Carretera México-Texcoco. CP 56230, Texcoco Estado de México.

Autor responsable: muratalla@colpos.mx

RESUMEN

La frambuesa y la zarzamora son dos especies de frutillas con el mayor crecimiento en el mercado global, atribuido principalmente a sus características nutracéuticas. Existen variedades de ambas especies con bajo requerimiento de frío que se han adaptado a zonas agrícolas de México, lo que ha posicionado al país como uno de los principales productores de frutillas en el mundo. Sin embargo, es fundamental tomar en cuenta aspectos del manejo del cultivo y manejo postcosecha, para mantener un sistema que permita incrementar la producción y garantizar la calidad e inocuidad de los frutos.

Palabras clave: Frutillas, áreas potenciales, plagas, manejo postcosecha, comercio.



INTRODUCCIÓN

La frambuesa y zarzamora pertenecen al género *Rubus* de la familia de las Rosaceae. El género consiste en cerca de 750 especies, entre las que destacan las zarzamoras (subgénero *Rubus*, que incluyen *R. armeniacus*, *R. laciniatus* e híbridos de *Rubus*) y las frambuesas (subgénero *idaeobatus*, incluyendo *Rubus idaeus* y *Rubus occidentalis*) (Daubeny, 1996); éstas tienen diferente tipo de abscisión del fruto. En las primeras, el receptáculo se desprende del fruto permaneciendo en la planta, mientras que en las segundas el fruto se cosecha con el mismo. Todas las especies, tanto de unas como de otras, han experimentado mejoramiento genético, dando origen a un gran número de variedades.

Variedades

Existen dos tipos de variedades de frambuesa, las de otoño y las de verano. Las primeras son: Heritage, Citadel, Autumn Bliss, Summit, Amity, Malling Autumn Bliss y Autumn Bitten, y las segundas son: Meerker, Tulameen y Willamette. Las de otoño dan su primera cosecha en la parte apical de la caña (tallo) y las yemas axilares producen una segunda cosecha durante los meses de mayo a junio del año siguiente. Las de verano son de hábito bienal, que crecen durante un año y fructifican al siguiente. La caña fructificante muere después de haber terminado su producción y para entonces la caña vegetativa ha crecido para estar en condiciones de producir al año siguiente.

La producción de frambuesa es de 1.5 ton ha⁻¹ a más de 20 ton ha⁻¹. Actualmente, 'Autumn Bliss' y 'Heritage' pueden ser los cultivares más ampliamente difundidos, debido a su condición de variedades reflorecientes o remontantes, con buena productividad en regiones templadas, y mejor adaptación en ambientes con baja acumulación de horas frío. Existen algunas variedades que requieren de 800-1600 horas frío para brotar, mientras que Heritage necesita únicamente 250 horas. Debido a numerosos programas de mejoramiento, existen nuevos cultivares de frambuesa que tienen mejores aptitudes relacionadas con el largo de las cañas y laterales que generan número de frutos por laterales, mayor tamaño de frutos, mejor forma (cónicos y alargados) y más calidad (peso, vida postcosecha, sabor y color) (Cormack, 1988).

En el caso de zarzamoras en regiones de México, existen explotaciones comerciales con cultivares de bajo requerimiento de frío, como 'Brazos', 'Tupy' y 'Kiowa', aunque también se mencionan 'Comanche', y 'Cherokee'. Los requerimientos de frío de los diferentes cultivares van de 150 a 600 horas frío por debajo de los 7 °C. Cuando se cultivan en áreas de montaña donde los vientos son más severos, es importante utilizar cultivares más robustos y direccionarlos, de tal forma que se evite el daño por vientos fríos. También se deben evitar lugares donde soplan vientos cálidos que pueden deshidratar el fruto e incrementar la demanda de riego, poniendo en riesgo el tamaño del fruto y el vigor de la planta. Sin embargo, es importante mantener buena circulación en la plantación debido a que la ventilación reducirá la incidencia de enfermedades (Menzies, 2002). Las zarzamoras prefieren suelos bien drenados con alta materia orgánica (2-4%) con pH de 5.5-7.0; se adaptan bien a suelos franco

arenosos-limosos o limosos, aunque pueden crecer en suelos arenosos, pero incrementando la cantidad de materia orgánica. En general, el sistema radical no tolera alta humedad en el suelo (Fernández y Ballington, 2002). Por lo anterior, para la elección de un cultivar se debe considerar lo siguiente:

- **Adaptación para las condiciones agroambientales en donde se cultivará**
- **Uso de la fruta: mercado en fresco o congelado. Si se decide el mercado en fresco, la variedad a producir debe ser grande, firme, de larga vida postcosecha, con amplia oferta. Por el contrario, si la fruta se va a congelar, es conveniente la elección de cultivares con pocos días de cosecha, preferentemente no reflorecientes, que concentren la fecha de cosecha para reducir los costos de operación, y que las pequeñas drupas (fruto) que lo integran no se desgranen fácilmente.**
- **Resistencia a enfermedades, principalmente *Phytophthora* spp., *Agrobacterium* spp., *Botrytis* spp., virus, entre otros.**
- **Condiciones varietales/genéticas (tamaño, calidad del fruto, etcétera).**

Sistemas de producción

La frambuesa roja (*Rubus idaeus* L.) es una planta perenne, con tallos que se



pueden manejar como productores anuales o bianuales, y se clasifican como productoras de otoño y productoras de verano. Las de otoño son aquellas que producen en la parte terminal de los tallos que crecieron en el mismo año. Los tallos se despuntan (en invierno) en la parte que produjeron y las yemas basales restantes emitirán una segunda floración en la primavera-verano del siguiente año y, finalmente, estos tallos se eliminan al nivel del suelo (“al ras”) en el invierno. Las productoras de verano crecen durante un año y fructifican al siguiente. La caña fructificante muere después de haber terminado su producción y para entonces la caña vegetativa ya ha crecido para estar en condiciones de producir al año siguiente (Rodríguez y Avitia, 1984).

La fecha en que se realiza la poda afecta la producción, la densidad de tallos y las reservas de carbohidratos en la raíz, de tal manera que la poda tardía reduce el rendimiento y disminuye las reservas en la raíz para el siguiente año. La frambuesa es una planta semirastrera, por lo que requiere de soporte para conducir los tallos, para mejorar el rendimiento, pues mejora la captación de luz, evitando que el viento dañe las yemas y el follaje (Oliveira *et al.*, 2004). La frambuesa roja desarrolla bien en suelos con pH entre 5.5-6.5, ya que los muy ácidos causan toxicidad por elementos menores y los muy alcalinos provocan deficiencias de hierro, magnesio y manganeso (Mahler y Barney, 2000). La concentración y extracción de nutrimentos depende de numerosos factores, entre ellos los ambientales (temperatura, humedad, tipo de suelo), genéticos (cultivar), fisiológicos, prácticas de manejo (fertilización, poda, riego, control de malezas) y carga de cosecha (Figura 1).



Figura 1. Planta de frambuesa (*Rubus idaeus* L.) al final de verano con frutos en diferentes estados de desarrollo.

La zarzamora se clasifica de acuerdo con su hábito de crecimiento: erecto, semi-erecto, postrado, ausencia y presencia de espinas. La mayoría de las especies son deciduas (abscisión de hojas en invierno), con raíces y cañas perenes. Las cañas crecen vegetativamente durante el año y en el invierno entran en dormancia (latencia) para producir brotes laterales que florecen y producen la frutilla. Normalmente la planta está lista para fructificar a la edad de siete meses. Los lugares donde los veranos son muy calientes y secos limitan obtener producción de frutillas de buena calidad, pues aunque la planta puede crecer fácilmente, sus frutos no alcanzan los estándares, presentan poco balance azúcar/acidez, y son de consistencia blanda. Si durante el invierno las precipitaciones son muy abundantes, pueden provocar daños en el arbusto.

Propagación

Generalmente estas especies se multiplican por medio de estacas de raíz, lo cual debe hacerse en invierno cuando la planta esté en reposo. Para ello, éstas se toman de plantas madre sanas, con un diámetro de 0.5 a 1.0 cm, y se cortan en porciones de 8 a 10 cm para zarzamora y de 10 a 15 cm para frambuesa (Moore y Skirvin, 1990). Antes de sembrar (primavera-verano), las estacas se pueden tratar con una solución de Captan (2 g L⁻¹ por 10 minutos). Cuando se plantan en otoño e invierno, es necesario que la planta tenga mayor edad (tres meses o más) para que soporten el invierno. La distancia de plantación recomendable para frambuesa es de 0.5×2.0 m entre plantas y líneas, con una densidad de 10,000 plantas ha⁻¹; y para zarzamora es de 1.0×2.0 m entre plantas y líneas con una densidad de 5,000 plantas ha⁻¹ (Muratalla *et al.*, 1998).

Fertilización

Los análisis de suelo y hoja junto con el monitoreo del huerto en diferentes estados fenológicos (floración, fruto cuajado, crecimiento de brotes, cosecha),

deben realizarse como parte de una metodología integrada para un programa de fertilización eficiente y sustentable en el cultivo de frambuesa y zarzamora. En este sentido es fundamental comprender que al final de la temporada, cuando las temperaturas comienzan a descender, los nutrientes móviles vuelven a los tejidos de almacenamiento para ser utilizados en el crecimiento de la siguiente temporada. De hecho, la brotación a principios de la primavera se produce a expensas de los nutrientes almacenados ya que, por lo general, los nuevos nutrientes absorbidos son traslocados (enviados) a la parte aérea de las plantas después del cuajado de los frutos (Sánchez *et al.*, 1991; Tagliavini *et al.*, 1998). La planta de frambuesa tiene alta demanda nutricional, por lo que se necesita una fertilización fuerte al momento de establecer la plantación, incluyendo alto contenido de materia orgánica y otra de conservación cada dos años. El nitrógeno influye en el desarrollo de los brotes; si hay restricción de fósforo o potasio, las ramas crecen cortas, las yemas se desarrollan poco, el leño madura mal y la planta es más sensible a heladas (Figura 2). En la producción de frambuesa en suelos excesivamente calizos, se recomienda un aporte adicional de turba de naturaleza ácida que se puede mezclar en la capa superficial del suelo con una labor de fresadora. Se deben evitar los abonos orgánicos muy fuertes, como la gallinaza y la palomina, etcétera. Se recomienda a los productores evitar la tentación de aplicar cantidades excesivas de nitrógeno (N), porque puede esto aumentar la cantidad de frutos malformados y provocar un excesivo crecimiento vegetativo con la consecuente reducción en el rendimiento.

La deficiencia de potasio en frambuesa puede causar muerte del cáliz, así como marchitamiento del pedicelo y pedúnculo, dando como resultado frutos arrugados. La aplicación de potasio no tiene efecto en la firmeza del fruto, el pH, ni en la concentración de sólidos solubles. Se ha observado que una absorción excesiva de potasio reduce la calidad del fruto por su bajo contenido de azúcares.



Figura 2. Deficiencias nutrimentales en el cultivo de frambuesa.

En zarzamora los síntomas de deficiencia de potasio (K) se manifiestan usualmente como cambio en el color de márgenes y puntas de las hojas adultas (verde claro a amarillo), las cuales evolucionan a necrosis. Las plantas deficientes en K son más sensibles a las enfermedades; por ejemplo, plantas de zarzamora "Tupi" con deficiencias de potasio son severamente afectadas por araña roja. Asimismo, la deficiencia de calcio (Ca^{++}) en zarzamora ocurre primeramente en los meristemos apicales y hojas jóvenes, debido a que el Ca es muy poco móvil en la planta. Las hojas que la presentan son cloróticas y pueden necrosarse en los márgenes en etapas posteriores (Sánchez, 2010)

Podas y espalderas

Zarzamora. El hábito de crecimiento (erecto o semi-erecto) de los cultivares establecidos se manifiestan hasta el segundo año de crecimiento. Por lo cual, en los meses de mayo a julio se realiza la poda de formación y fructificación, con un despunte de brotes jóvenes a una altura de 1.5 m y, posteriormente, de ramas secundarias de los brotes ya despuntados a 0.3 a 0.4 m, ya que las flores y frutos emergerán en tales ramas. También se eliminan los brotes (cañas) que ya produjeron (en julio) exceso de retoños, dejando un ancho de seto de 0.5 m y de 3 a 5 tallos por metro lineal. La altura del despunte de los brotes dependerá del vigor del cultivar y de la disposición de tutores o espalderas; si se despunta a una altura de 1.20 m las espalderas no son necesarias con los cultivares Cheyenne y Cherokee, pero exigen de una poda de las ramas laterales a 40 cm o menos, a fin de evitar que los frutos estén en contacto con el suelo. En cambio, con la poda a 1.80 m de altura, éstas sí son necesarias para facilitar la cosecha y obte-

ner frutos de calidad, sobre todo en la variedad Cheyenne, que muestra un hábito de crecimiento semi-erecto y que tiende a doblarse con la carga de los frutos.

Frambuesa. En estas plantas, la poda consiste en dejar desarrollar y producir la primera cosecha (junio y julio) en la parte apical (punta) de los brotes que emergen en primavera. Después de recolectarla, se puede obtener una segunda producción (agosto y septiembre) en el mismo brote, despuntando la parte que ya ha producido y aplicando una mezcla de Thidiazurón (200 mg L^{-1}) + ácido giberélico (100 mg L^{-1}) + adherente (2%); una vez colectada la segunda, el tallo se elimina completamente. A menos que no interese la tercera recolección de fruto de la misma caña, la poda al nivel del suelo de todos los brotes es factible después de la segunda cosecha; entonces, las yemas residuales del tocón se estimulan, aplicando cianamida de hidrógeno (2%) + ácido giberélico (200 mg) + adherente (2%) en el mes de febrero (Muratalla *et al.*, 1998). Esto tiene la ventaja de mecanizar la poda, disminuir la mano de obra, programar la cosecha y reducir costos (Galindo, 1997; Rodríguez y Calderón, 1994). El ancho de seto que permite una buena iluminación es de 0.4-0.6 m, por lo que es importante estar realizando podas de brotes que emerjan fuera de esta distancia, tratando de respetar entre 12 a 24 brotes por metro lineal de seto, dependiendo del vigor.

Plagas y enfermedades

Araña roja (*Tetranychus urticae* Koch.). Es un ácaro que se alimenta del envés de las hojas, provocando amarillamiento y enrollamiento de las hojas (Figura 3) (Otero, 1986). Se presenta generalmente bajo periodos con baja humedad relativa y al-

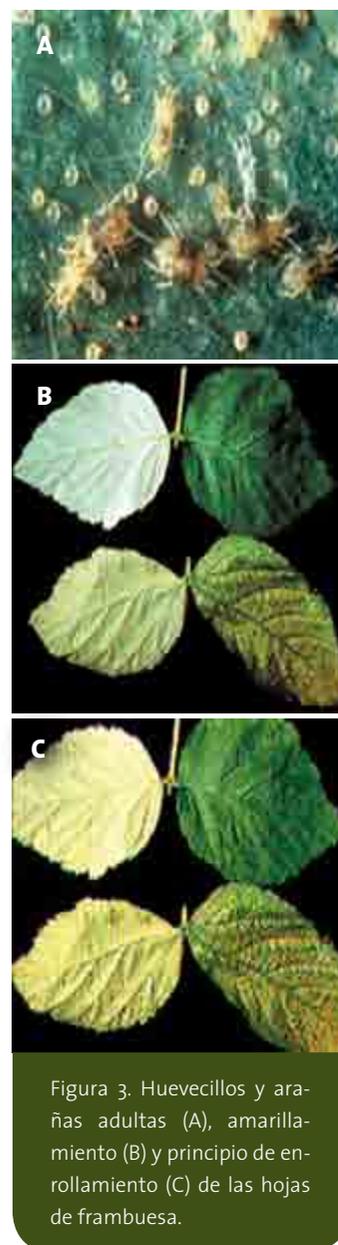


Figura 3. Huevecillos y arañas adultas (A), amarillamiento (B) y principio de enrollamiento (C) de las hojas de frambuesa.

tas temperaturas; también la favorece la presencia del polvo sobre las hojas, por lo que es importante evitar el exceso de éste.

Fraillecillo o burro (*Macroductylus* spp.). Este insecto emerge del suelo después de las primeras lluvias de mayo o junio, prefiriendo los suelos arenosos y con alto contenido de materia orgánica. El daño se presenta en hojas, flores y frutos, causando severas defoliaciones y, como consecuencia, pérdidas en la calidad y

rendimiento de fruto (Johnson y Williams, 1991).

Chapulines (*Sphenarium mexicanum* y *S. purpurascens* Charp.). Atacan principalmente hojas y frutos durante el periodo otoñal, cuando los pastos se escasean.

Agalla de la corona (*Agrobacterium tumefaciens*). Afectan a la planta, formando tumores en raíces y cuello de la planta (Figura 4), aunque rara vez se observan en el tallo sobre el nivel del suelo. Esta bacteria se considera endémica en México y ataca a especies o cultivares de frutales susceptibles; el ataque se incrementa cuando se provoca daño a raíces y cuello con las herramientas de trabajo. Las plantas con esta enfermedad presentan debilitamiento, enanismo y, por consiguiente, mermas en el rendimiento (Moore y Skirvin, 1990).

Moho gris (*Botrytis cinerea* Pers.). Consiste en la pudrición del fruto; la parte afectada es cubierta por una masa polvorosa gri-



Figura 5. Pudrición de fruto por *Botrytis* spp. en diferentes etapas de infección.

sácea, generalmente junto al pedicelo (Figura 5). La presencia del hongo es favorecida por daño mecánico, periodo de lluvia amplio, alta humedad relativa y temperaturas frescas (Bristow, 1991; Dashwood y Fox, 1988).

Cenicilla (*Sphaerotheca macularis* Lind.). Se manifiesta como capa de polvo color blanco a grisáceo (micelio del hongo) en la superficie de las partes infectadas (Figura 6), ataca a brotes jóvenes, hojas, yemas florales y frutos. Provoca reducción del crecimiento y distorsión de brotes y hojas, disminuyendo el rendimiento, ya que los frutos no alcanzan su tamaño normal; en ocasiones provoca la muerte de la planta (Gubler, 1991).

Cosecha de zarzamora y frambuesa

En clima templado, la temporada de cosecha para zarzamora es de mayo a julio y para frambuesa (primera cosecha) de junio y julio. El índice de cosecha dependerá del destino de la fruta; si es para el consumo en fresco y los frutos van a ser transportados a largas distancias, es necesario cosechar en estado color rosa. Si el destino es la industria o el consumo inmediato, el fruto se cosecha maduro. Éstos deben tomarse con mucho cuidado, evitando su maltrato, y colocarlos en recipientes pequeños de paredes lisas



Figura 4. Presencia de agallas o tumores en raíces de frambuesa (izquierda) y zarzamora (derecha).

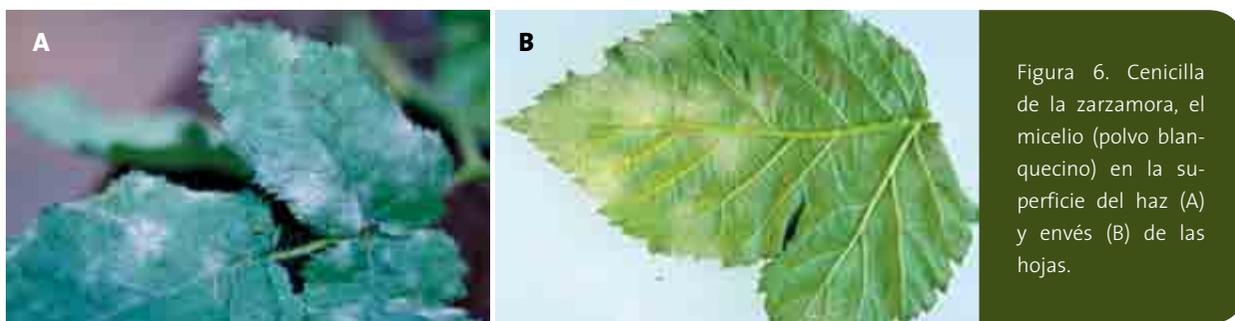


Figura 6. Cenicilla de la zarzamora, el micelio (polvo blanquecino) en la superficie del haz (A) y envés (B) de las hojas.

y de poca profundidad para evitar daños por compresión (Rodríguez y Avitia, 1984). La cosecha deberá ser continua (cada tres días), de preferencia por la mañana, y se suspenderá cuando la intensidad luminosa y la temperatura sean muy altas para disminuir el deterioro del producto.

Manejo postcosecha

Una vez que se han identificado los mercados potenciales y el sistema de producción, deberá determinarse el tamaño de la operación, que dependerá entre otros factores, de:

- Mercado potencial
- Disponibilidad de terrenos
- Disponibilidad de mano de obra, que puede ser entrenada o con habilidades
- Capital disponible para la inversión inicial para plantas, implementos, infraestructura, equipo, etcétera.

En este último punto la cadena de frío en el manejo de frutillas no es opcional, debido a que son altamente perecederas y es necesario contar con cámaras frías tanto para el pre-enfriamiento como para la conservación del fruto empacado (Cuadro 1).

Una producción exitosa requiere un balance apropiado de estos factores, para minimizar el riesgo y maximizar las ganancias. Un aspecto fundamental a considerar en la producción de

Cuadro 1. Condiciones de conservación de diferentes cultivares de zarzamora.				
Cultivar	Temperatura Conservación (°C)	Días de anaquel	Temperatura Conservación (°C)	Días de anaquel
Choctaw	2	3-5	5	1-2
Shawnee	2	3-5	5	1-2
Kiowa	2	3-5	5	1-2
Arapaho	2	7-10	5	3-5
Navaho	2	10-14	5	3-5

(Fuente: www.ces.ncsu.edu/.../ag-401.pdf)

frutillas es la inocuidad del producto; recientes brotes de infección alimenticia han alertado a la población de los riesgos que involucran las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA's) (Figura 7). Éstas han provocado que muchas empresas productoras y/o comercializadoras de alimentos hayan salido del negocio, debido a las grandes pérdidas económicas, al carecer de puntos de control y rastreabilidad de la inocuidad del producto. En principio el sistema de producción debe considerar lo siguiente:

- i. Evitar usar estiércol de animales domésticos u otros, como abono
- ii. Evitar el tráfico de animales y evitar ubicarse cerca de campos de pastoreo
- iii. Limpiar y desinfectar las áreas de almacenamiento con productos autorizados
- iv. Proveer sanitarios para los trabajadores y clientes

- v. Proveer jabón y agua corriente para lavar las manos y capacitar a todo el personal de los beneficios de ello.
- vi. No empacar fruto en mal estado
- vii. Disponer de un sistema de refrigeración para prolongar la vida de anaquel

Comercialización

El comercio de frutillas se ha incrementado de manera sustancial, básicamente al cambio en los hábitos de consumo (principalmente en los mercados de Estados Unidos de América (EUA) y Europa), promovido por el descubrimiento de nuevas propiedades medicinales y nutritivas de éstas, tales como las antioxidantes, anticancerígenas, anti-neurodegenerativas y anti-inflamatorias. Los constituyentes fenólicos principales son antocianinas, flavonoles, elagitaninos, galotaninos, proantocianidinas y ácidos fenólicos, además de ser fuente de vitamina C, ácido

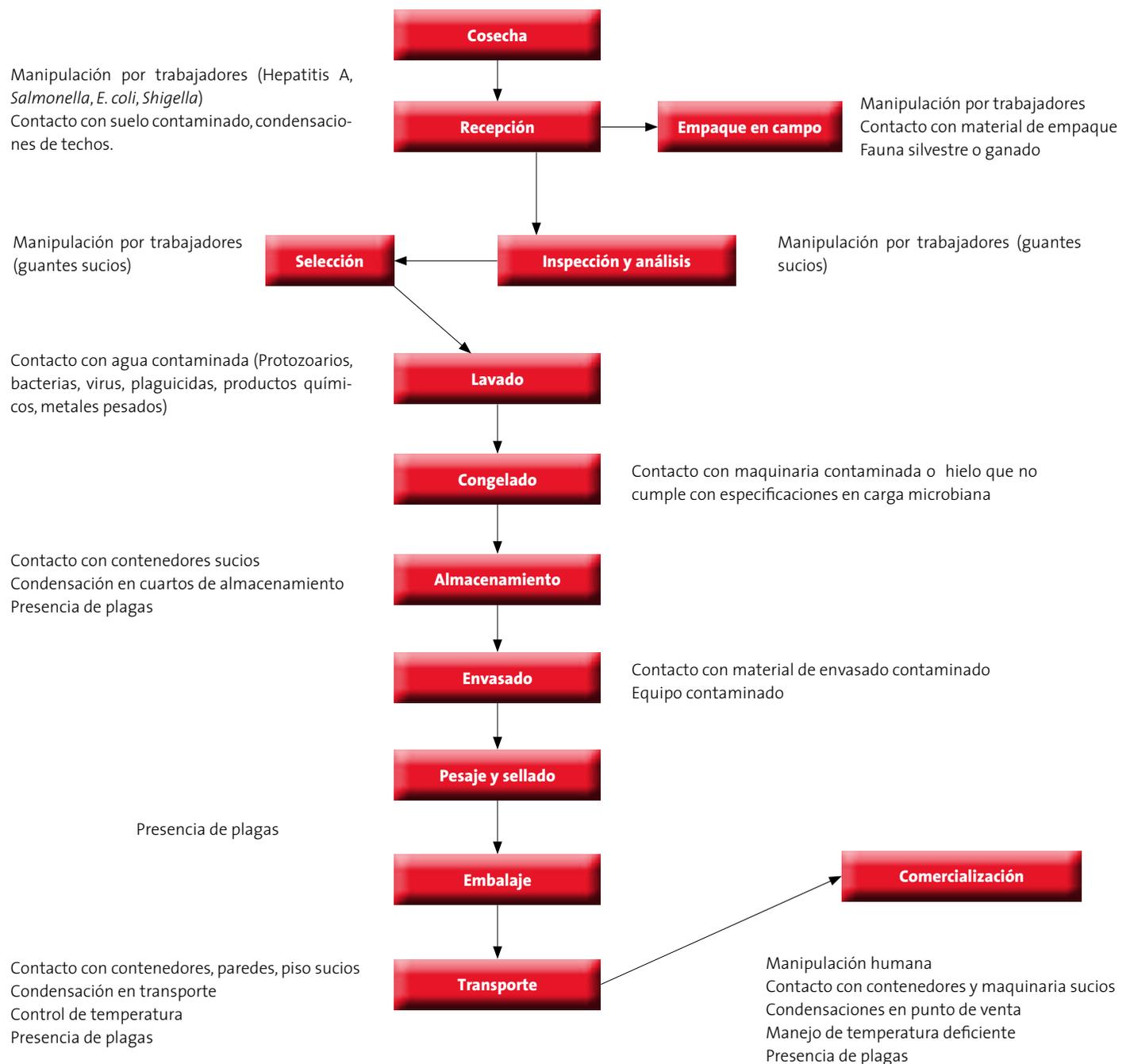


Figura 7. Riesgos potenciales en el manejo postcosecha de frutillas para congelación

fólico, potasio, hierro, entre otros (Seeram, 2008). Para 2011 se reportaron \$976.6 millones de dólares en el consumo de las frutillas, con una tasa de crecimiento global de 2007-2011 de 12% y se estima que seguirá en los próximos años. Cinco países, entre ellos Estados Unidos (EUA) y Canadá, son los que mantienen 80%

del total de las importaciones mundiales, seguidos de países europeos como el Reino Unido, Alemania y Francia. Estados Unidos y Canadá cuentan con una ventaja importante comercial, pues su arancel equivale al 0% (Figura 8).

Las cifras indican que EUA cuenta con una tasa de crecimiento global de los montos de importación de frutillas de 17% entre 2007-2011. El principal exportador de frutillas es México, con 96% del total de las importaciones, seguido de Guatemala con 2.5% y Chile con poco menos de 1% (Cuadro 2 y Figura 9).

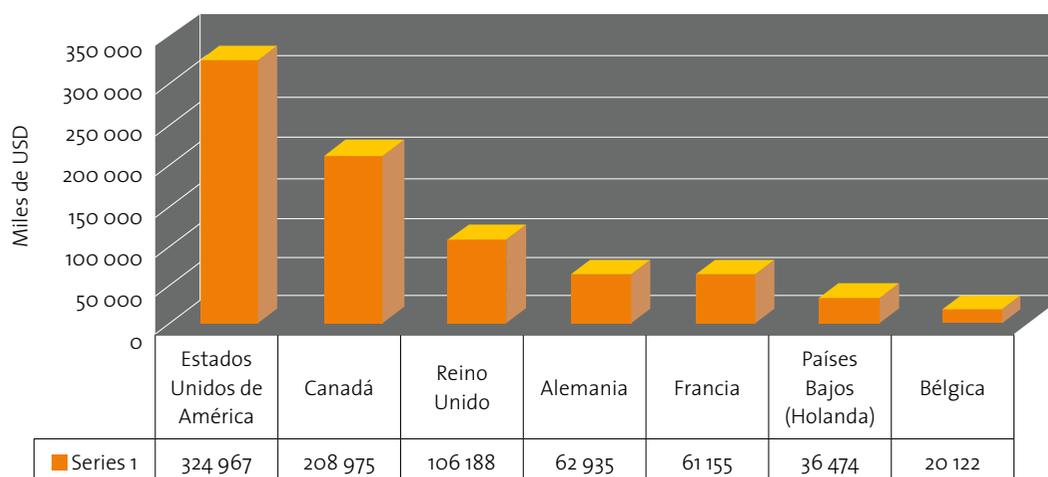


Figura 8. Principales países importadores mundiales de frutillas (Fuente: International Trade Center, 2012).

Cuadro 2. Principales países exportadores de frutillas a Estados Unidos.

Exportador	Indicadores comerciales								Arancelario (estimado) aplicado por Estados Unidos de América
	Valor importada en 2011 (miles de USD)	Participación de las importaciones para Estados Unidos de América (%)	Cantidad importada en 2011	Tasa de crecimiento de los valores importados entre 2007-2011 (% p.a.)	Tasa de crecimiento de las cantidades importadas entre 2007-2011 (% p.a.)	Tasa de crecimiento de los valores importados entre 2010-2011 (% p.a.)	Participación de los países socios en las exportaciones mundiales (%)	Tasa de crecimiento de las exportaciones totales del país socio entre 2007-2011 (% p.a.)	
Mundo	324 967	100	69 036	17	24	14	100	3	
México	311 711	95.9	65 138	22	29	13	18.1	-5	0
Guatemala	8117	2.5	2219	13	22	41	1.1	10	0
Chile	3113	1	493	-37	-37	-10	0.5	-42	0
Canadá	899	0.3	603	-43	-29	19	0.1	-41	0
Tailandia	824	0.3	488						0
Colombia	136	0	61	34	68	700	0	-19	0
Nueva Zelandia	77	0	5				0	8	0
Turquía	33	0	5	81	26	-20			0
Reino Unido	24	0	2				0.2	35	0
China	21	0	19				0	-60	0
Perú	13	0	4	17	41		0	-23	0

(Fuente: International Trade Center, 2012).

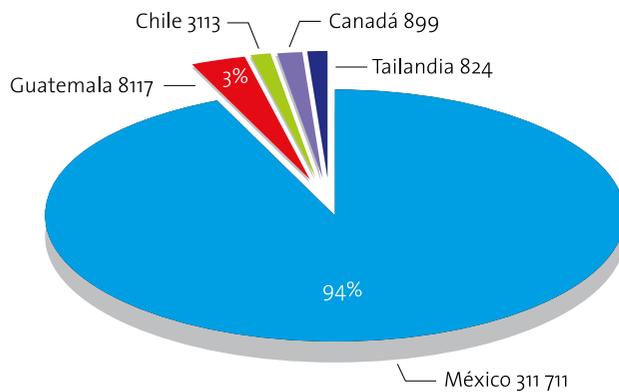


Figura 9. Distribución de exportaciones de frutillas a los Estados Unidos en 2011. (Fuente: International Trade Center, 2012).

CONCLUSIONES

El de las frutillas es uno de los grupos de productos hortofrutícolas con mayor crecimiento en el mercado global, atribuido esto a su vez al crecimiento de la clase media en economías emergentes y a la mayor conciencia de los beneficios del consumo de productos frescos de alta capacidad antioxidante; sin embargo, presenta retos, como mejorar el sistema de producción, inversión de capital e inocuidad. Cada empresa o asociación de productores exitosa tiene que implementar sistemas de calidad que le permitan obtener certificaciones nacionales e internacionales que faciliten su permanencia en el mercado.

LITERATURA CITADA

Bristow P.R. 1991. Botrytis fruit rot (Graymold) and blossom blight. *In: Compendium of raspberry and blackberry diseases and insects*. APS Press. Minnesota, USA.

Cormack M.R. 1988. Nutrición de la frambuesa. *In: Producción y perspectivas del cultivo de la frambuesa en Chile*. Publicaciones Misceláneas Agrícolas No 22. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. pp: 61-69.

Dashwood E.P., Fox R. 1988. Infections of flowers and fruit of red raspberry by *Botrytis cineria*. *Plant Pathology* 37:423-430.

Daubeny H.A. 1996. Brambles. *In: Fruit Breeding. Vines and Small Fruits*. Edited by J. Janick and J.N. Moore. Hoboken, NJ: John Wiley. Vol 11. pp: 109-190.

Fernandez G., Ballington J.R. 2002. Growing Blackberries in North Carolina. North Carolina Extension Service. NCSU. 11 p.

Galindo R.M.A. 1997. Comportamiento de la frambuesa roja (*Rubus idaeus* L.) cv. Malling Autumn Bliss, influenciada por la poda total en diferentes épocas del año. Tesis profesional. UACH. Chapingo, México. 65 p.

Gubler W.D. 1991. Dawny mildew. *In: Compendium of raspberry and blackberry diseases and insects*. APS Press. Minnesota, USA.

Mahler R.L., Barney D.L. 2000. Blueberries, raspberries and strawberries. Northern Idaho fertilizer guide. University of Idaho Cooperative Extension System. CIS815. USA. 4 p.

Menzies R. 2002. Raspberry growing in NSW. Agfact H31.46. 2nd Edition. 13 p.

Moore, J.N. and Skirvin, R.M. 1990. Blackberry management. *In: Small Fruit Crop Management*. G.J.

Galleta and D.G. Hilmelrick (Eds.). Prentice-Hall, Inc. New Jersey, USA. pp: 214-244.

Muratalla L.A., Livera M.M., Galindo M.R. 1998. Establecimiento y manejo del cultivo de la zarzamora (*Rubus* spp.). *In: Memorias del Cuarto Curso de Capacitación para Productores de Zarzamora y Frambuesa*. SEDAGRO y Colegio de Postgraduados. Valle de Bravo. México. pp: 19-39.

Oliveira P.B., Oliveira C.M., Monteiro A.A. 2004. Pruning date and cane density affect primocane development and yield of 'Autum Bliss' red raspberry. *HortScience* 39 (3):520-524.

Otero C.G. 1986. Ácaros colectados sobre plantas cultivadas en el estado de Tabasco, México, y su importancia. *Folia Ent. Mex.* 69: 127-147.

Rodríguez A. J., Avitia G.E. 1984. El cultivo de la frambuesa roja. Centro de Fruticultura. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Mexico. 33 p.

Rodríguez A.J., Calderón Z.G. 1994. Mejoramiento genético, manejo y perspectivas de la frambuesa roja (*Rubus idaeus* L.) en México. *In: Memorias de la primera reunión internacional y segunda nacional sobre frutales nativos e introducidos con demanda nacional e internacional*. Montecillos, Texcoco, México. pp: 26-31.

Sánchez E.E., Righetti T.L., Sugar D., Lombard P.B. 1991. Recycling of nitrogen in field-grown "Comice" pears. *J. Hort. Sci.* 66: 479-486.

Sanchez E.E., Guttridge C.G. 2010. Effects of sale concentration and cation balance in soils on leaf tipburn and calcium content of blackberry leaves and fruit. *Commun. In Soil Sci. Plant Anal.* 15(6): 681-693.

Seeram N.P. 2008. Berry fruits: compositional elements, biochemical activities, and the impact of their intake on human health, performance and disease. *J. Agric. Food Chem.* 56 (3): 627-629.

International Trade Center. 2012. Trade Statistics for International Business development (www.trademap.org) (Fecha de Consulta 3 de Agosto 2012).

Johnson D.T., Williams R.N. 1991. Insects that damage fruit. *In: Compendium of raspberry and blackberry diseases and insects*. APS Press. Minnesota, USA.

Tagliavini M., Millard P., Quartieri M. 1998. Storage of foliar-absorbed nitrogen and remobilization for spring growth in young blackberry. *Tree Physiol.* 18: 203-207.



El *Olea europaea* L.) **olivo** en México

Sánchez-Escudero J.^{1,3} y Sánchez-Sánchez C.D.²

¹Línea Prioritaria de Investigación en Inocuidad, Calidad de Alimentos y Bioseguridad (LPI-7). Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo, Km. 36.5 Carretera México- Texcoco. CP 56230, Texcoco, Estado de México. ²Postgrado en Botánica. Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo. ³Área de Agroecología del Postgrado de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo.

Autor responsable: sanchez@colpos.mx

RESUMEN

El olivo (*Olea europaea* L.) es un cultivo que procede desde el sur del Cáucaso hasta las altiplanicies de Irán y, por la producción del fruto (oliva) y aceite derivado, constituye uno de los cultivos más antiguos del área mediterránea. España es el primer productor y exportador mundial de aceite de oliva y la región de Andalucía es de las más importantes. Los olivares fueron introducidos a México entre 1524 y 1531 y se establecieron en la zona del valle de México y, posteriormente, en algunas regiones de Jalisco, Baja California y Sonora y, recientemente, en la localidad de El Olivo, Hidalgo (Valle del Mezquital) y en Tula, Tamaulipas. El éxito histórico del olivo en tiempos de la colonia y el actual crecimiento de nuevas empresas oliveras mexicanas son prueba del potencial de este cultivo en México, sobre todo en regiones con bajo potencial productivo, donde puede representar una alternativa agrícola para mejorar las condiciones de vida de sus habitantes.

Palabras clave: Aceite de oliva, aceitunas, Valle del Mezquital.

INTRODUCCIÓN

El olivo pertenece a la familia botánica Oleaceae y su nombre científico se escribe: *Olea europaea* L. y no *Olea europea* L. (es importante aclarar esto ya que es una confusión común incluso en textos científicos del tema). Es un arbusto o árbol con un característico tronco grueso y, en ocasiones, retorcido, que tiene copa ancha, hojas opuestas, lanceoladas (con forma de lanza) y coriáceas (tienen consistencia similar al cuero) de color verde grisáceo en el haz y pálidas en el envés. Son árboles longevos que pueden vivir hasta dos mil años (Barranco *et al.*, 2008). Tiene un sistema radical muy desarrollado que le permite vivir en suelos poco profundos y áridos; presenta flores pequeñas, blancas y están agrupadas en racimos. Sus frutos son drupas verdes de inicio, negras en la madurez y son conocidas como “aceitunas”, de las cuales se extrae el aceite de oliva (Figura 1).



a



b

Figura 1. Árbol centenario de olivo (*Olea europaea* L.) en Huexotla, Texcoco, Estado de México (a) y drupas maduras (aceitunas) (b).

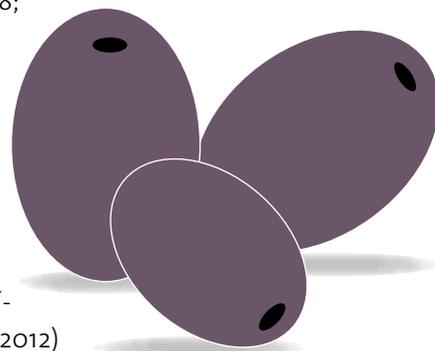


Figura 2. Venta de aceitunas en el mercado de Tetuán, Marruecos. (Todas las fotografías del artículo fueron tomadas por los autores).

El origen del olivo se remonta a la región geográfica que abarca desde el sur del Cáucaso hasta las altiplanicies de Irán. El clima mediterráneo es propicio para su cultivo y, actualmente, la producción se concentra en regiones ubicadas entre los 30° y 45° LN y LS, de ahí que 95% de la producción mundial de aceite de oliva proceda de la cuenca mediterránea (Mayorga, 2001).

Se cree que el procesamiento de la aceituna inició en Grecia, debido a que muchos olivos de esta región se encontraban a la orilla del mar. Las aceitunas que caían en la arena pasaban meses en contacto con el agua de mar y se curtían de manera natural, así que los griegos sólo tenían que colectarlas del suelo. El fruto fresco contiene una sustancia amarga llamada oleuropeína, que se degrada al remojarlo en salmuera para poder consumirse sin más tratamientos (Figura 2) (Mayorga, 2001). Se ha estimado que en el mundo hay cerca de 1,000 millones de árboles de olivo, en aproximadamente 10 millones de hectáreas, la gran mayoría cultivados sin riego, y 98% se localiza en los países de la cuenca mediterránea (Figura 2), de los cuales destaca España; 1.2% se ubica en el continente americano, 0.4% en Asia Oriental y Oceanía (Barranco *et al.*, 2008; Consejo Oleícola Internacional, 2012).

España es el primer productor y exportador mundial de aceite de oliva, (Consejo Oleícola Internacional, 2012)



y el cultivo del olivo es la actividad central de 300 pueblos del territorio andaluz que concentran 250,000 olivereros y generan 14 millones de jornales al año, lo que ha fomentado el arraigo de la población al territorio agrario andaluz, creando un tejido productivo en el campo, al contar con 821 almazaras (Figura 3) (Callejo *et al.*, 2010).

El olivo en México

Los olivares fueron introducidos a México en 1524 por misioneros franciscanos y jesuitas, cultivándose principalmente en el valle de México y en el siglo XVII en Jalisco, Baja California y Sonora (Mayorga, 2001; Sánchez, 2012). Durante la época colonial surgió la industria de procesamiento de la aceituna y la extracción del aceite, promovido por los españoles. El éxito en el cultivo fue tal en la Nueva España, que ponía en riesgo a la producción española, por lo que Carlos III expidió la Cédula Real del 17 de enero de 1774, en la que ordenaba que no se plantaran viñedos y olivos en la re-

gión; además, en 1777 se expidió una nueva cédula, ordenando la destrucción de todos los olivos existentes en estas tierras, por lo que la mayoría fueron desarraigados (Delfín, 2004). Actualmente se pueden encontrar árboles de olivo centenarios en Tulyehualco y Texcoco, Estado de México, que datan de los siglos XVI al XVII. Indudablemente, esta decisión influyó en el estancamiento de la producción en México (Delfín, 2004).



Figura 3. Cosecha de aceitunas en el Valle de Los Pedroches, Córdoba, Andalucía, España.

En 1955 se retomó el impulso de la explotación extensiva del olivo en

México; para esto se publicó un estudio diagnóstico de la Comisión Nacional de Fruticultura (CONAFRUT) que presentaba los requerimientos ecológicos y las zonas del país más adecuadas para este cultivo (Romero, 1975). En 2010 la superficie plantada de olivo se estimó en 8,928 ha, de las cuales 6,817 se encontraban en etapa productiva, produciendo 27,209 toneladas con un valor de 187.3 millones de pesos (SIAP, 2011). Sin embargo, para 2011 la cosecha fue de menos de la cuarta parte de lo producido en 2010, lo que muestra la falta de estabilidad en la producción (Grijalva *et al.*, 2009). En Tula, Tamaulipas, con inversión mexicana y española, en 2003 se plantaron dos mil hectáreas de olivos de las variedades Arbequina, Hojiblanca, Picual, Manzanilla, Arbozana y Koroneiky, mismas que han generado más de mil jornales (empleo local rural) para la cosecha de cinco mil toneladas de aceituna, y se cuenta con una planta procesadora o almazara con capacidad de 750,000 L⁻¹ de aceite (Figuras 4 y 5).



Figura 4. Labores durante la cosecha de aceituna. Uso de cepillos para tirar las aceitunas de las ramas más altas (a); peinado manual de frutos (b) y colecta de aceitunas en lonas de plástico (c) en Tula, Tamaulipas.



Figura 5. Manejo postcosecha de las aceitunas. Contenedores con la cosecha por cada hilera de olivos (a y b); almazara, lugar de procesamiento de las aceitunas (c); Tanques de almacenamiento temporal de aceite (d) en Tula, Tamaulipas.

Producción de olivo en regiones de bajo potencial productivo

En la localidad de El Olivo en Ixmiquilpan, Hidalgo, habita una comunidad hñã-hñu (otomí) que ha cultivado el olivo de manera tradicional desde hace más de 65 años en el Valle del Mezquital. La altitud de la región es de 2000 m, tiene una temperatura media de 18.1 °C, precipitación anual de 346.9 mm y predominancia de suelos someros de origen sedimentario. De acuerdo con la CONAFRUT, este lugar se recomendó como adecuado para el cultivo del olivo, pero con riesgo de heladas (Sánchez, 2012; Romero, 1975). El área de producción abarca 50 ha⁻¹ y recientemente se han plantado otras 100. Debido a las condiciones de suelo, los olivares de esta comunidad han desarrollado prácticas agroecológicas de pro-

ducción que favorecen la conservación de suelo, optimizan el uso de agua y aprovechan la flora local (Cuadro 1).

Cuadro 1. Prácticas de cultivo para el olivo en zonas de bajo potencial agrícola.

Calendario de labores en olivares de la comunidad del olivo en el Alto Mezquital, Ixmiquilpan, Hgo., México												
Meses del año	E	F	MA	A	M	J	JU	A	S	O	N	D
Labores												
Plantación				○	○	○						
Protección a plantones											○	○
Preparación del suelo	○									○	○	○
Conservación del suelo			○	○	○							
Abono al suelo										○	○	○
Riego				○	○	○	○	○	○	○	○	○
Deshierbe							○	○	○			
Desvareto							○	○	○			
Poda	○										○	○
Recolección							○	○	○	○		

Para la plantación de olivos se recomienda hacer subsuelo para la conservación de la humedad y facilitar mayor espacio para el desarrollo de la raíz. La plantación se diseña a 6×6 m entre arboles e hileras, alcanzando una densidad de 250-275 árboles por hectárea; asimismo, se puede realizar durante todo el año, pero de preferencia en épocas de lluvia. Para ellos se hacen cepas de 50×50 cm y 40 cm de profundidad donde se coloca la planta, ligeramente por debajo del nivel del suelo. Para trasplantar un olivo, también puede utilizarse el lugar que ha ocupado otra planta; por ejemplo, el maguey (*Agave spp.*), aprovechando el área de desarrollo que generó la raíz de éste (Figura 6b). Junto con los arboles de olivo se colocan estacas contraviento, cubriendo el tallo para evitar que se congelen en tiempo de frío y se despunta a 100 o 120 cm (Figura 6 y 7).

Sánchez (2012) reportó 225 especies de plantas asociadas a los cultivos de olivo en esta comunidad, entre las cuales se encontraron especies nativas útiles aprovechadas como cercos vivos (*Lophocereus marginatus* y *Cylindropuntia kleiniae*), para cobertura de suelo y formadoras del mismo (*Karwinskia humboldtiana* y *Flourensia resinosa*), medicinales



Figura 6. Sistemas de plantación del olivo en cepas nuevas y de plantas de maguey (*Agave spp.*) cosechadas.

(*Ageratina espinosarum*, *Flourensia resinosa*, *Jatropha dioica* y *Maurandya antirrhiniflora*) y alimenticias (*Opuntia streptacantha* y *O. oligacantha*), entre otras (Figura 8).

El riego de auxilio es necesario, además de realizar labores para reducir la evaporación y erosión. La poda de formación se inicia en el primer año y posteriormente se realiza la de producción durante el invierno (Figura 9). La cosecha del fruto se realiza manualmente desde julio hasta mediados de agosto para la variedad Manzanilla o de mesa, mientras que las aceitunas para aceite de la variedad Arbequina inician desde agosto hasta noviembre. La producción puede ser de 40 a 200 kg árbol⁻¹,

con rendimientos de hasta 3 ton ha⁻¹, y ocupa mano de obra familiar (Figura 10).

Obtención de aceite de olivo extra virgen

El aceite de olivo es obtenido usando el método de prensado en frío, el cual garantiza un aceite de excelentes propiedades llamado “extra virgen” o “virgen extra”; para ello, se realiza el siguiente procedimiento:

- Los frutos son lavados y colocados en una máquina trituradora, hasta obtener una pasta homogénea. Se utilizan moldes para apilar varios estratos de la pasta entre láminas de un material impermeable (Figura 11a).



Figura 7. Sistema de barreras de piedra para el establecimiento de huertas de olivo (*Olea europaea* L.). (a). Huerta de olivo asociada con el cultivo de maguey (b).



Figura 8. Asociación de olivo con cultivos de maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) granadas (*Punica granatum*), higos (*Ficus carica*), duraznos (*Prunus persica*) y elementos de la flora nativa del Valle del Mezquital.



Figura 10. El cultivo de olivo (*Olea europaea* L.) ocupa mano de obra familiar.

- Una vez que se termina de estibar la pasta, se mete a la prensa y se comprimen muy lentamente para evitar impurezas (Figura 11 b).
- Se deja reposar el líquido obtenido hasta que el agua y las impurezas queden en el fondo y puedan ser expulsadas del recipiente, abriendo la llave de salida en la base (Figura 11 c y d).
- Finalmente se almacena en recipientes de plástico para su envasado en botellas de vidrio con su etiqueta “Xido-Hai” (Figura 11 e y f).

Compromiso e impacto social

La Sociedad de Producción Rural Xido-Hai está integrada por campesinos de la comunidad de El Olivo, Ixmiquilpan, Hidalgo, que se han dedicado desde hace más de 10 años a la producción de plantas de olivo, venta y asesoría de sus derivados, tales como aceitunas en salmuera y aceite (Sánchez, 2012). Esta organización tiene como objetivo generar

ingresos a la comunidad y reducir la migración. De igual forma, la Sociedad de Producción “Unión Alberquina” se ha organizado para realizar labores similares y comercializa sus productos bajo la marca “Asunción”. En esta comunidad se lleva a cabo la feria anual del olivo, donde se comparte la tecnología agrícola desarrollada para el establecimiento, mantenimiento y venta de productos de este cultivo (Figura 12).



Figura 9. Poda de ramas de olivo (*Olea europaea* L.) en árboles de dos años.



Figura 11. Proceso de obtención de aceite de oliva extra virgen en la Sociedad de Producción Rural Xido-Hai de El Olivo, Ixmiquilpan, Hidalgo.



Figura 12. Viveros de plantas de olivo (*Olea europaea* L.) para venta, ubicadas en la comunidad “El Olivo”, Ixmiquilpan, Hidalgo

CONCLUSIONES

El éxito histórico del olivo en tiempos de la colonia y el creciente desarrollo de nuevas empresas olivícolas mexicanas, son prueba del amplio potencial del cultivo, sobre todo, en regiones de bajo nivel productivo donde, al igual que en el Valle del Mezquital, puede significar una valiosa alternativa para generar una variedad de productos con los derivados en salmuera y aceite, generar empleos, reducir la migración y mejorar las condiciones de vida de la población. Actualmente se desarrolla investigación en apoyo al proyecto de la comunidad de El Olivo, enfocado a la integración y desarrollo de la tecnología para la producción sustentable del olivo en el Valle del Mezquital.



LITERATURA CITADA

- Barranco D., Fernández-Escobar R., Rallo L. 2008. El cultivo del olivo. Ediciones Mundi-Prensa, Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Madrid.
- Callejo L., Parra Heras T.J.A., Manrique-Gordillo T. 2010. Potencial energético del los subproductos de la industria olivarera. Secretaría General del Medio Rural y la Producción Ecológica. Junta de Andalucía.
- Delfín G.M.E. 2004. Los olivares de Tacubaya (México) en la época colonial. V Coloquio de Tacubaya. Pasado y Presente. ENAH-INAH. México, D.F.
- Grijalva C.R., Macías D.R., López C A., Robles F.C. 2009. Productividad de cultivares de olivo para aceite (*Olea europaea* L.) bajo condiciones desérticas en Sonora. Biotecnia 6: 21-28.
- Mayorga C.F.J. 2001. El olivo, eco del Mediterráneo. Claridades Agropecuarias 94:3-27.
- Romero Q.F. 1975. Zonas aptas para el cultivo del olivo en México. Comisión Nacional de Fruticultura (CONAFRUT). Departamento de Desarrollo Comunicacional Frutícola. México, D.F.
- Sánchez S.C.D. 2012. Diversidad florística y etnobotánica de los cultivos de *Olea europaea* L. en El Olivo, Ixmiquilpan, Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- SIAP. 2011. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). México.
- Empresa Xido Hai S.P.R. de R.I.: <http://guiamexico.com.mx/empresas/xido-hai-spr-de-ri-plantas-de-olivo.html>
- Empresa Unión Alberquina S. C. de R. L. de C. V. <http://www.aceitunasasuncion.com/contacto.html>
- Empresa Olivares de la Sierra S.P.R. <http://olivaresdelasierra.com/contacto/>





El cultivo de *Agave* *tequilana* Weber por pequeños productores de Tequila, Jalisco

RESUMEN

Se realizó un diagnóstico de la cadena de producción del agave tequilero (*Agave tequilana* Weber) para identificar la tecnología de producción en campo y elaboración de tequila en el municipio de Tequila, Jalisco. Se aplicaron cuestionarios a pequeños productores de agave, de acuerdo a los que tuvieran sólo plantaciones (agaveros) y a los que contaban con plantaciones y taberna para elaborar el tequila. Los resultados mostraron mayor capitalización y mecanización en la unidad de producción de los productores con taberna y menor presencia de plagas (enfermedades, insectos y malezas) en el cultivo. Los agaveros sin taberna realizan mayor número de labores agrícolas debido a que intercalan la especie con otros cultivos. Ambos grupos obtienen rendimientos similares; más de la mitad de productores elabora el tequila artesanalmente, que incluye cocción y molienda tradicional de las “piñas”, y la fermentación y destilación se hace de manera industrial para elaboración de productos como tequila blanco, reposado y añejo.

Palabras claves: campesino, taberna, tecnología agrícola.

Herrera-Pérez, L.¹; Juárez-Sánchez, J.P.²; Ramírez-Valverde, B.²; Hernández-Placencia, J. A.²

¹Postgrado Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional, Colegio de Postgraduados *Campus* Puebla. ²Colegio de Postgraduados, *Campus* Puebla. Km. 125,5 Carretera Federal México-Puebla. C.P 7276. Puebla, Pue.

Autora responsable: herrera.lusmila@colpos.mx



INTRODUCCIÓN

El paisaje agavero es un producto social resultado de siglos de trabajo del hombre. El estado de Jalisco, México es el principal proveedor de agave azul tequilero (*Agave tequilana* Weber), con una superficie sembrada de 100,316 hectáreas que representan 71% de la superficie sembrada del país, y emplea a más de 80,000 familias (Pérez y Del Real, 2007). El municipio de Tequila posee una población económicamente activa de 14,802 personas y representan 36.3% de la población total. El sector primario ocupa a 22.3%; en el secundario labora 28.63%; el sector servicios emplea a 31.79%; y el comercio a 17.02% (INEGI, 2010). Estos datos muestran que la cadena del agave representa la principal fuente de empleo y, de ingresos en el municipio de Tequila, Jalisco. Actualmente representa una alternativa de producción

entre los agricultores, al reconvertir paulatinamente su cultivo de maíz (*Zea mays* L.) al agave azul, como una opción que facilita a los migrantes que envían remesas económicas a esta población a mantener un ahorro familiar (Valenzuela y Gaytán 2009; y González et al., 2011) (Figura 1).

El Estado de Jalisco fue el principal productor de tequila 100% agave azul en 2012, con una producción de 114.3 millones de litros. Durante el periodo de 1994 a 2006 el tequila fue el segundo producto mexicano de mayor exportación agroindustrial; participó con 12.2% de las exportaciones (González y Macías, 2007). El crecimiento promedio anual de este producto fue de 8%, y es la industria de mayor dinamismo en México (Coelho, 2007), y generó divisas por US\$4,592 millones de 1995 a 2006. Su producción se clasifica de acuerdo con la procedencia de sus azúcares; así, por ejemplo, existe el tequila 100% y los que tienen 51% de azúcares provenientes del agave y 49% de otros azúcares, como el de caña.



Figura 1. Plantaciones de agave (*Agave tequilana* Weber) y productor agavero realizando práctica de "barbeo de limpieza" o poda en el estado de Jalisco, México.

Entre los principales problemas fitosanitarios del cultivo destacan el picudo (*Scyphophorus acupunctatus*), que introduce bacterias, como la *Erwinia carotovora* y *Erwinia* sp., que causan la pudrición del cogollo y la muerte de la planta; se estima que puede dañar hasta 24.5% de las piñas (parte inferior del tallo del maguey a la que se le retira la penca para ser horneada y fermentada, de donde son extraídos los jugos para elaborar tequila. También se llama cabeza de maguey y se aplica a cualquier especie de agave usado para producir mezcal o tequila) (Solís *et al.*, 2001); provoca además marchitamiento y muerte de hasta 30% de la plantación. Otra de las enfermedades es causada por hongos de los géneros *Fusarium* spp. y *Cercospora* spp. (Aviña *et al.*, 2008) que producen enrollamiento, decoloración de las hojas y pudrición seca del sistema radicular (Martínez *et al.*, 1998) y, como terceras en importancia, las malezas, ya que limitan el crecimiento y desarrollo de los agaves (Valenzuela, 2003); entre ellos se tienen diversos tipos de zacate, quelite, tomatillo, chayotillo y quesillo, entre otras (Salamanca y Medina, 2007).

MATERIALES Y MÉTODO

Para el estudio se aplicaron encuestas a dos grupos de productores; 1) los que sólo tienen plantaciones de agave; y 2) los taberneros-agaveros dedicados a la producción de agave y elaboración del tequila de forma artesanal. En el caso de los segundos, el tamaño de muestra se determinó mediante el método “bola de nieve”. Se entrevistó a 20 productores. La encuesta que se les realizó fue estimada mediante muestreo simple aleatorio; la población estuvo compuesta por 272 productores y se definió una

precisión de 10% de la media general ($d=10.935$), una varianza de 948.45, y una confiabilidad de 95% (-1.96). Se agregó 10% al tamaño de muestra por seguridad. La muestra fue de 30 productores de agave elegidos aleatoriamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayoría de los entrevistados fueron hombres y dijeron estar casados; los taberneros y agaveros tenían 46.7 y 55.2 años en promedio; estadísticamente, no se encontró diferencia en la edad ($t=-1.990$; $p=.052$). La escolaridad promedio de los taberneros fue de 6.3 años y la de los agaveros de 4.8 años; su escolaridad es similar ($t=1.252$; $p=.215$). Estos últimos tienen predios ejidales y una menor superficie promedio (4.5 ha), y los terrenos de los taberneros son principalmente de propiedad privada y mayor superficie (10.6 ha).

El 36% de los productores tienen en sus plantaciones *Agave tequilana* Weber, variedad azul como monocultivo. Los agaveros lo intercalan con frijol-maíz, maíz, y cacahuate; en menor proporción con frijol, calabaza, nopal, sorgo, jamaica y frutales; 35% de los taberneros —pequeños— tienen otros cultivos en sus plantaciones. Plascencia (1985) considera que intercalar cultivos como el maíz es una mala práctica, por la sombra que da a las plantas y por la competencia de nutrientes; que interfiere en el rendimiento, y porque existe una mayor retención de azúcares de las “piñas” (ASERCA, 2000). La Comisión Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato (CESAGEV, 2008) recomienda intercalarlo con alfalfa, centeno, frijol, haba, lenteja, garbanzo, y cacahuate y maíz de porte bajo distribuido en pocos surcos.

Preparación del terreno, selección de hijuelos y plantación

Los taberneros realizan el subsuelo cruzado, debido a que los suelos se compactan después de siete años o más de establecido el agave. Los agaveros mencionaron que esta actividad depende de los recursos económicos con los que disponen; es por ello que realizan el arado principalmente a los dos o tres años de haber hecho la plantación, ya que posteriormente se dificulta y los costos de producción aumentan; 73% de los taberneros realizan esta actividad en mayo y 86% de los agaveros lo realizaron con tractor propio o alquilado. El rentado es más utilizado entre estos últimos (60%) que en los taberneros (33.3%).

El rastreo se realiza en mayo después del arado cuando los suelos se encuentran en nivel medio de compactación; los taberneros emplean tractor propio y los agaveros regularmente lo rentan. La tracción animal es muy poco utilizada. Las empresas realizan el surcado con trazos de curvas de nivel; posteriormente, el remolque pasa con plantas que la cuadrilla va sembrando. En el caso de los productores, éstos colocan cúmulos de plantas en la orilla del potrero y en ocasiones se apoyan con una camioneta o remolque, y el plantador las distribuye manualmente en el terreno para realizar la plantación. Los productores realizan el surcado en el mes de mayo. La extracción y selección de hijuelos en ambos grupos es manual.

La plantación se realiza manualmente, los productores se guían mediante un hilo que se extiende en cada extremo de la parcela. La distancia entre surcos es de 3.2 a 3.5 m y entre planta de 1 m, lo que permite tener policultivos y realizar labores agrícolas

mecanizadas. La densidad promedio de plantas es de 3,132 agaves por hectárea.

Mantenimiento, fertilización y control de plagas, malezas y enfermedades

El barbeo¹ o poda es una práctica realizada por todos los taberneros y por 80% de los agaveros. Se realiza en los meses de abril y mayo. Existen tres tipos de barbeos: 1) de sanidad, para prevenir plagas; 2) de escobeta, que acelera la madurez; y 3) de cacheteo, empleado para facilitar labores entre surcos como la fertilización. Esta práctica se hace por tradición y no por los resultados técnicos o beneficio fitosanitario, ya que su realización conlleva riesgo de penetración de insectos y patógenos que pueden infectar las plantas sanas. Con respecto a la nutrición de las plantas, se utilizan principalmente fertilizantes químicos que se aplican de forma manual. Algunos productores abonan mediante el pastoreo libre de su ganado en los predios; esta práctica no se recomienda, ya que daña las plantas y puede infectarlas con patógenos.

En cuanto a la presencia de plagas, ambos grupos las controlaron con productos químicos; en algunos emplean el método químico y orgánico. Dos veces al año se aplican pesticidas, dependiendo del tipo de plaga y de la densidad o población de insectos. Las principales plagas son: barrenador de las pencas (*Agathy musrethon*), palomilla (*Aegiale hesperiaris*), picudo (*Scyphophorus acupuntatus*), gallina ciega (*Phyllophaga sp.*), piojo (*Pseudococcus sp.*) y chapulines. Es importante destacar que donde intercalaron el agave con maíz, se presenta una mayor incidencia de plagas.

Las enfermedades más mencionadas fueron la marchitez (*Fusarium sp.*) anillo rojo (*Colletitrichum sp.*) y la pudrición del cogollo (*Erwinia carotovora*). Éstas se controlan con productos químicos que se aplican con aspersores. En lo que concierne a las malezas, se encontró principalmente zacate agrarista (*Setaria sp.*), grama, acaute (*Tithonia rotundifolia*), zacate johnson (*Sorghum halepense*), chayotillo (*Sechiopsis triquetum*), guácima (*Trema micrantha*), que-lite (*Amaranthus palmeri*), acahual y, en algunos lugares, huizache. Su control es esencialmente químico, aunque los productores que intercalan cultivos también las combaten con implementos agrícolas.

La jima² se realiza todo el año y depende del objetivo o destino de la producción; los agaveros la efectúan después del temporal, ya que es cuando la planta absorbe más agua y aumenta su peso, representando ventajas en la comercialización; sin embargo, los azúcares se reducen en las piñas, lo que no es conveniente para la producción del tequila. La jima se realiza manualmente mediante cuadrillas de 10 a 20 personas y se hace generalmente en un día. En cuanto al rendimiento, los taberneros obtuvieron 110.85 ton/ha y los agaveros 105.56 ton/ha; en estos grupos no existió diferencia estadística ($t=.272$; $p=.787$). Es importante destacar que las “bolas” tienen un peso promedio de 40 kilos (Figura 2).



Figura 2. Piñas o “bolas” de agave (*Agave tequilana* Weber) jimadas con herramientas tradicionales en el municipio de Tequila, Jalisco, México.

¹ Consiste en el despunte de las pencas de la planta del agave.

² Proceso en donde se cortan las hojas del agave y se extrae la planta del suelo para obtener la piña, cabeza o corazón; posteriormente, ésta es llevada a la taberna donde se parte en dos o cuatro partes.

Valor agregado del agave y proceso de producción del tequila

La mayoría de los agaveros mencionaron que no le brindan valor agregado al agave porque carecen de dinero para invertir en la elaboración de tequila, mientras que los taberneros sí lo hacen, pero 85% no tiene licencia municipal para la producción de tequila. Las tabernas tienen una antigüedad y un tamaño promedio de 12 años y 671.65 m², y sus dueños consideran que cuentan con mucha experiencia, ya que es un negocio familiar que ha pasado de generación en generación.

El proceso para la elaboración de tequila consiste en la recepción de materia prima, cocimiento, molienda, fermentación, destilación y añejamiento. Del total de entrevistados, 75% dijo que el cocimiento se hace través de un horno de mampostería o piedra. Asimismo, 50% emplea un molido de piedra llamada "tahona" para la molienda, y 15% es industrial y artesanal. Por lo general, la fermentación se realiza industrialmente y para ello se utilizan tinajas de acero inoxidable y de plástico; sólo 5% emplea tinajas de madera. En la destilación, más de la mitad de los productores emplean alambiques de acero inoxidable y 15%, alambiques

de cobre. La mayoría produce tequila 100% y las clases de tequila que se elaboran en las tabernas es blanco (40%), blanco y reposado (25%), blanco, reposado y añejo (25%); 70% de las tabernas no posee marca (Figura 3).

CONCLUSIONES

- Los taberneros tienen un mayor nivel de capitalización con respecto a los agaveros; esto se observa en el monocultivo, en el promedio de superficie, en la calidad de sus tierras, así como en el tipo de maquinaria que emplea en las labores agrícolas. La mayoría de los agaveros intercalan sus plantaciones de agave con otros cultivos de autosubsistencia, como maíz y frijol, por lo que realizan más prácticas agrícolas, lo que representan una opción para obtener ingresos, aunque esto no sea lo más recomendado tecnológicamente. En la nutrición, los fertilizantes químicos son los que predominan.
- Los rendimientos obtenidos son elevados y no existe diferencia entre los grupos de estudio, pese a que las labores agronómicas entre los taberneros son más mecanizadas que en el caso de los agaveros.



Figura 3. Tahona o molino de piedra y alambique de cobre, empleado en el proceso de destilación de tequila a partir de *Agave tequilana* Weber.

- Los taberneros tienen experiencia en la elaboración de tequila, pero sus negocios familiares no tienen registro para su producción y venta. Su producto es semi-artesanal, lo que le da un valor agregado comparado con el tequila convencional.

LITERATURA CITADA

- ASERCA, 2000. Agave tequilero y arroz. Claridades Agropecuarias. Núm. 87. 2-30 pp.
- Aviña P.K., Virgen C.G., Ochoa S.J.C., Leyva G.J., Leal M.R. 2008. El mal llamado SIDA del agave tequilero. Claridades agropecuarias. Núm. 175. 27-33pp.
- CESAVEG, 2008. Campaña de manejo fitosanitario del agave tequilero. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 28 p.
- Coelho A. 2007. Eficiencia colectiva y upgrading en el clúster del tequila. Análisis Económico, núm. 49. 169-194 pp.
- González L.A., Núñez F.J.N., Pérez R.E., Elías C.J.C. 2011. Diagnóstico del sistema producto Agave. Microrregión 4, Zona Agavera. Consejo municipal de Desarrollo Rural Sustentable de las Región Valles. 60 p.
- González C.H., Macías M.A. 2007. Vulnerabilidad alimentaria y política agroalimentaria en México. Desacatos. Núm. 25. 47-78 pp.
- INEGI. 2010. Censo de Población y Vivienda 2010: Tabulados del Cuestionario Ampliado. Consultado el 10 de Julio de 2011. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/TabuladosBasicos>
- Martínez R.J.L., Vázquez G.M., Pimienta B.E., Bernal M.F., Virgen C.G. 1998. Epidemiología y manejo integrado de problemas fitosanitarios en Agave azul tequilana (Weber). Mexicana de Fitopatología. vol.16 núm. 1. 116 p.
- Pérez D.J.F., Del Real L.J.I. 2007. Conocimiento y prácticas agronómicas para la producción de Agave tequilana Weber en la zona de denominación de origen del tequila. Prometeo editores e INIFAP, Guadalajara, Jalisco, México. 195 p.
- Plascencia A.O.R. 1985. Evaluación técnica económica sobre el cultivo del agave. Tesis de Licenciatura Facultad de Agricultura. Universidad de Guadalajara. 70 p.
- Salamanca C.M., Medina O.S. 2007. Manejo de la maleza en plantaciones de agave tequilero. In: Conocimiento y prácticas agronómicas para la producción de Agave tequilana Weber en la zona de denominación de origen del tequila. Pérez, D. J. F. y del Real L. J. I. (eds). Prometeo editores. INIFAP. Guadalajara, Jalisco, México. 117-134 pp.
- Solís A.J.F., González H.H., Leyva V.J.L., Equihua M.A., Flores M.F.J., Martínez G.A. 2001. Scyphophorus acupunctatus Gyllenhal, Plaga del agave tequilero en Jalisco, México. Agrociencia. 35(6): 663-670.
- Valenzuela Z.A.G., Gaytán M.S. 2009. La expansión tequilera y las mujeres en la industria: del símbolo al testimonio. Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente. Vol. 9, núm. 18, 167-195 pp.
- Valenzuela Z.A.G. 2003. El agave tequilero, su cultivo e industria. Segunda edición. Editorial Mundiprensa. México. 225 p.



ESTUDIO ETNOENTOMOLÓGICO DE LA Hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum*) EN DOS LOCALIDADES DEL ESTADO DE QUERÉTARO

Dinwiddie, M.L.¹; Jones, R.W.¹, Roitman-Genoud, P.¹; Tarango-Arámbula, L. A.²;
Malda-Barrera, G. X.¹

¹Facultad de Biología, Programa de Postgrado de Recursos Bióticos. Universidad Autónoma de Querétaro, *Campus* Juriquilla. Av. de las Ciencias s/n. Juriquilla Querétaro, Querétaro. CP. 76230. ²Colegio de Postgraduados, *Campus* San Luis Potosí-Área de Fauna Silvestre. Iturbide No. 73, Colonia Centro, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí C.P 78620.

*Autor de correspondencia: ltarango@colpos.mx

RESUMEN

Los escamoles identificados como la casta reproductiva de la hormiga *Liometopum apiculatum*, constituyen una oportunidad para mejorar la calidad de vida de muchos campesinos en México. Durante 2012-2013 se desarrolló un estudio etno-entomológico sobre el aprovechamiento de la hormiga escamolera en Santa Isabel-El Coto y El Coto, en el municipio de San Juan del Río, Querétaro, y se enfocó en el cosmos (conjunto de creencias y percepciones), el corpus (conjunto de conocimientos ecológicos) y la praxis (conjunto de prácticas o manejo) que los pueblos originarios tienen sobre este recurso natural. Con esta información, se generó un perfil etno-etomológico del recolector queretano y se identificaron las tipologías de manejo de los escamoles en la región. Se realizaron 20 salidas de campo en diferentes sitios de recolección, se muestrearon 175 colonias de hormigas y se entrevistó a 25 recolectores y a sus familias. Se encontró que los escamoleros tienen un nivel alto de conocimiento ecológico sobre la hormiga y que este recurso es muy valorado por sus características económicas y gastronómicas. En Querétaro el estudio de las tipologías de manejo fueron la extractiva-relleno-tapado y la extractiva, ambas con diferentes efectos sobre la producción y conservación del recurso.

Palabras claves: etnográfico, escamoles, insectos, aprovechamiento.



INTRODUCCIÓN

México cuenta con una distribución y diversidad alta de insectos comestibles (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006a). Éstos son una fuente de proteínas para muchos mexicanos, especialmente en las zonas áridas y semiáridas de México (Ramos-Elorduy *et al.*, 2007). En el país se utilizan 549 especies de insectos comestibles; sin embargo, las larvas de la casta reproductora de la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum*), conocidos como escamoles, son de los más reconocidos. Éstos son muy cotizados en restaurantes y mercados de México (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006b) y se aprovechan en gran parte de la República Mexicana (Ramos-Elorduy, 2006a). En México esta hormiga se distribuye en 15 estados (Del Toro *et al.*, 2009) en una variedad de ecosistemas (Antweb.org, 2013), son fuente de proteínas (39.7 mg 100 g⁻¹) (Ramos-Elorduy y Pino, 2001) y se venden hasta en \$200 US dólares por kilogramo; sin embargo, usualmente se vende en \$40 o \$50 US dólares (Ramos-Elorduy, 2006b). Sus características de contenido proteico, precio de venta y falta de un manejo adecuado, han sido las causas principales de sobreexplotación en el estado de Hidalgo, México, donde sus colonias han disminuido drásticamente (Ramos-Elorduy, 2006a) y han puesto en peligro a la hormiga de los “huevos de oro” (Ramos-Elorduy, 2006b). La sobreexplotación fomenta la pérdida de un recurso económico y nutricional, que afecta drásticamente a las poblaciones rurales que depende de este año con año. Lo anterior hace indispensable tomar acciones de manejo apropiadas y oportunas sobre el aprovechamiento y conservación de la hormiga

escamolera (*L. apiculatum*) con el fin de elaborar protocolos de manejo y regulación para los campesinos de áreas de reproducción como las ubicadas en Querétaro y otros estados de la República. Con base en lo anterior, se propuso identificar los factores sociales que intervienen en el aprovechamiento de la hormiga, de tal forma que permita dar un manejo sustentable, considerando aspectos etno-ecológicos tales como, el Cosmos (conjunto de creencias y percepciones), el Corpus (conjunto de conocimientos ecológicos de la especie) y la Praxis (conjunto de prácticas o manejo) que tienen las comunidades sobre la hormiga escamolera (Toledo, 2002), así como conocer las tipologías de manejo utilizadas para la recolecta.

El objeto de este estudio fue caracterizar etno-entomológicamente el aprovechamiento de la hormiga escamolera por dos localidades, Santa Isabel-El Coto y El Coto del municipio de San Juan del Río, Querétaro, aplicando la metodología descrita por Toledo (2002).

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en las localidades de Santa Isabel-El Coto y El Coto, San Juan del Río, Querétaro, México (20°23' 49.05" N y 100° 9' 2.45" O, con altitud de 2131 m). Las localidades son colindantes y se encuentran aproximadamente a tres kilómetros de distancia. La población de ambas es de 2,034 habitantes (INEGI, 2010); cuentan con servicios básicos de agua y luz, pero carecen de centro de salud, drenaje y pavimentación. Su economía se basa en el pequeño comercio y trabajos informales en centros urbanos, remesas de migrantes en los Estados Unidos

(EUA) y apoyo de programas gubernamentales.

Para generar el perfil etno-entomológico de los escamoleros se identificaron las tipologías de manejo y su efecto potencial en el manejo sustentable de la hormiga. Para ello, se realizaron recorridos a sitios de cría con recolectores y se aplicaron entrevistas semi-dirigidas. Los recorridos de campo durante 2012 y 2013 se realizaron para conocer in situ las prácticas y técnicas de aprovechamiento, así como los factores de tipo etno-entomológicos implicados en la recolección del escamol. El trabajo en campo fue fundamental para conocer la expresión verbal de los recolectores y a que comunitariamente adquiere sentido a través de la expresión y reproducción de sus conocimientos durante el manejo del recurso (Martin, 1995; Salazar-Rojas *et al.*, 2007; Haeckel, 2008). Se muestrearon 175 nidos bajo las tipologías de manejo regionales y se registró la producción de escamoles, organizando la información por tipo de manejo y por nido. Las entrevistas se aplicaron durante 2012 a recolectores y a grupos informales, permitiendo siempre la participación de sus familias. La estructura de las entrevistas fue semi-dirigida (Bernard, 1994) y cada una de ellas constó de 52 preguntas, abarcando los temas del Cosmos, Corpus y Praxis (Toledo, 2002). Se realizaron 20 recorridos de campo acompañados de 10 personas con edades de entre 12 y 63 años. Se

aplicaron 12 entrevistas a recolectores y a sus familias, y se condujeron además dos entrevistas grupales. Las personas que participaron en las 14 entrevistas fueron 25 hombres y 10 mujeres. Con esta información se logró identificar el perfil etno-entomológico del escamolero de la región Santa Isabel-El Coto y El Coto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Perfil etno-entomológico de un escamolero de Santa Isabel-El Coto y El Coto

En las localidades existen 27 grupos de escamoleros agrupados en 56 familias (14% de la población total); éstos, además de la recolecta de escamoles durante el año, se dedican a otras actividades productivas como comercio (36%), servicios (28%), obreros (16%), diversas actividades agrícolas (12%), y como peones (8%). Aunque la primera es una actividad complementaria, proporciona un ingreso substancial en corto tiempo. En las localidades de estudio, el razonamiento de ser un escamolero se asocia a que sus actividades primarias son más informales y precarias. La multiactividad es un fenómeno presente en el campo mexicano en donde los pobladores de Santa Isabel-El Coto y El Coto lo viven entre el ambiente rural y el urbano (Appendini y

Torres-Mazuera, 2008). En este paradigma, cuando no se dedican a la recolección o a otra actividad productiva, la mayoría de los escamoleros emigran a la cabecera municipal en busca de trabajo.

La mayoría (87%) son hombres; su edad promedio es de 36 años, con un rango de entre 12 y 63 años. El tiempo promedio dedicado a la recolecta es de ocho años y el rango de tiempo dedicado a la actividad es de 2 y 18 años. La actividad de recolección llegó a la región de estudio desde la ciudad de Tepeji del Río, Estado de México, aproximadamente en 1975. Los escamoleros arribaron para enseñar a los pobladores y, en ese entonces, se les pagaba de acuerdo con el número de latas sardineras (250 g^{-1}) que llenaban con larvas. Los resultados indicaron también que la capacitación proporcionada por los recolectores del Estado de México todavía repercute en el rol familiar de recolecta y en las tipologías de manejo y comercialización.

Praxis (conjunto de prácticas o manejo)

En la recolecta y el manejo de escamoles, los miembros de la familia tienen distintas funciones (Figura 1). Usualmente ésta se realiza en grupos de cuatro personas como máximo (promedio 2.1, $n=14$) y generalmente son familiares.



Figura 1. Rol familiar de las localidades estudiadas en la recolecta de escamoles.

Los jefes de familia toman las decisiones en el grupo, en los que 87% son hombres. Los jefes (**miembros A**) deciden cuándo salen, cuándo regresan y qué colonias recolectar; el jefe de grupo también extrae los escamoles. El **miembro B** quita las piedras grandes y ayuda a excavar y a cribar los escamoles. La limpieza y la recolecta del material vegetal para el relleno del nido son realizadas por una o dos personas (**miembros C y D**). Sin embargo, cuando el equipo que lo realiza consiste en sólo dos personas, el **miembro B** quita los residuos, ayuda a mover las piedras grandes y recolecta el material de relleno. Generalmente los equipos consisten en padres e hijos mayores de 12 años. Usualmente, el **miembro B** es el hijo mayor y el **C** el menor. Sin embargo, otros grupos se componen por primos o cuñados, pero siempre son parientes. Cuando los recolectores regresan a casa con las larvas, los niños (**miembro E**) se encargan de limpiarlos, separan las larvas de los demás residuos orgánicos e inorgánicos y se les paga \$10.00 pesos por lata de sardina (250 g⁻¹) que limpian. El papel de las jefas (**miembros F**) de familia es cocinarlos como ellas prefieren.

La recolecta de éstos es una actividad productiva que involucra a toda la familia y, en este proceso, las ubicaciones de los nidos y

las técnicas de extracción y manejo no se difunden a los otros grupos de escamoleros, debido a que esta actividad representa dinero, lo que generaría competencia. Esta situación impide la transferencia de conocimientos y las técnicas de manejo entre un grupo y otro y, por ende, fomenta el mal manejo del recurso.

En Santa Isabel-El Coto y El Coto, 14% de las familias se dedican a la recolección, obteniendo un porcentaje muy significativo del ingreso anual (para una familia, la recolección de escamoles representa el 28% de su ingreso), y contribuye de forma importante a la economía local. En este sentido, una producción baja de larvas, como ocurrió en la temporada de recolecta 2013, afecta a todas las familias y comunidades. El dinero obtenido por esta actividad se utiliza para pagar deudas con comerciantes locales y gastos extras para la compra de víveres o para viajar a EUA en busca de mejores oportunidades de trabajo. Los roles familiares también están representados en las dos tipologías de extracción y manejo utilizadas en la región (Figura 2).

Tipologías de manejo

Resulta difícil describir un manejo general único, ya que cada grupo tiene su propia forma de hacerlo; no obstante, la práctica se

inicia con la búsqueda de nidos, siguiendo los caminos de forrajeo de la hormiga (Figura 2). Los **miembros A y B** buscan los nidos entre los garambullos (*Myrtillocactus geometrizans*) y piedras (1 y 2), y, cuando encuentran la coincidencia de éstas y una agrupación significativa de hormigas, inician la excavación (3). Los **miembros A y B** se turnan la excavación hasta que encuentran los túneles. Excavan (**B**) con el pico y quitan las piedras con la pala hasta que encuentran el nido (4). En el nido, dentro de la colonia, usan manos y palos para sondear y olfatear (5) la feromona de la hormiga, mismo que conduce a la trabécula que las contiene. Una vez encontrada la trabécula (6), la sacan, la rompen y extraen los escamoles. Para esto (7), el **miembro A** utiliza una cuchara grande y los deposita en una lona de plástico. Un miembro del equipo (**miembro B, C o D**) se encarga de quitar los restos de piedras y de trabécula (8).

Cuando finaliza el proceso de extracción, los recolectores tienen dos opciones: 1) dejar el nido abierto en perjuicio de la colonia y de la producción de escamoles (Manejo Extractivo; pasos 1-8) y, 2) proceder a su relleno y tapado para conservar y mantener la colonia (Manejo Extractivo-Relleno-Tapado; pasos 1-12). Este último se complementa cuando el **miembro B, C o D** recolecta material de relleno, como pencas secas de nopal o pasto (9). Una vez extraídos los escamoles, el **miembro A** rellena el hoyo (0.4m-1m de profundidad) de la colonia (10). Después, el **miembro B** coloca una piedra ancha y plana encima del hueco del nido (11); a esta piedra se le denomina “tapadera”. El **miembro B** deposita tierra encima y hace una pila de piedras, “sellando” el nido y colocando tierra adicional encima del mismo (12).

El Manejo Extractivo-Relleno-Tapado es practicado por 68% de los escamoleros, mientras que aproximadamente un tercio de la población utiliza el Manejo Extractivo. Preferir un tipo de manejo sobre otro se relaciona con el perfil etno-entomológico de los escamoleros y con el ingreso económico derivado de esta actividad.

Comercialización

El recolector durante las temporadas 2012 y 2013 recibió \$366.00 (trescientos sesenta y seis pesos 00/MN) por kilogramo de escamoles. El comercio se realiza con un intermediario del Estado de México quien compra y acopia el producto diariamente en ambas localidades. Éste mantiene una relación muy cercana con los escamoleros y proporciona un sistema de préstamos durante la temporada, forzando así la entrega y venta del producto. Al respecto, Tarango (2012) señala que la producción sostenida y sustentable de la hormiga escamolera sólo se puede lograr erradicando



Figura 2. Secuencia de las tipologías de manejo: 1) Extractiva (1-8); 2) Extractiva-Relleno-Tapado (1-12).

a los intermediarios. En la localidad existen 27 grupos de escamoleros; si cada uno recolecta y entrega 3 kg por día (promedio del año 2012), la compra total del intermediario es de 81 kg, con un precio de \$29,646.00.

Ganancias para el recolector

La recolecta es diaria desde la primera semana de marzo hasta la segunda de abril (aproximadamente 30 días), con una ganancia promedio por temporada de \$16,470.00 por persona (nueve salarios mínimos en la región) (CONASAMI, 2012). Los entrevistados consideran un día malo cuando recolectan un kilogramo (\$366.00) entre dos personas, y uno bueno cuando se tienen siete kilogramos en promedio, lo que equivale a \$1,281.00 pesos por escamolero. Sin embargo, obtienen 3 kg por día en promedio, con una ganancia de \$549.00 pesos.

Con la baja producción, en 2013 la ganancia por día fue de \$274.50 y la temporada fue más corta (22 días). El ingreso por temporada fue de \$6,039 (10,431 pesos menos que en 2012). Esta baja en la producción y el bajo ingreso causó

mucho estrés en los recolectores, ya que ellos esperaban al menos un ingreso similar al obtenido en otros años, situación que los obligó a abandonar esta actividad porque no fue rentable. La praxis de la actividad escamolera se definió por el rol familiar en el proceso de recolecta y manejo. Las tipologías de manejo tienen diferente efecto en la producción y conservación del recurso. En conjunto, la comercialización y el ingreso económico que se puede generar están directamente relacionados con el cosmos de un escamolero queretano.

Cosmos (conjunto de creencias y percepciones)

Los pobladores de Santa Isabel-El Coto y El Coto aprovechan a *L. apiculatum* por sus atributos gastronómicos (sabor y nutrición); sin embargo, el razonamiento de la actividad es principalmente económico y, dado que no se aplica ningún insumo o inversión, su rentabilidad es muy alta. El sabor de los escamoles y su calidad nutricional son características apreciadas por todos los recolectores y sus familias; la mayoría de las entrevistas así lo indicaron. Existen siete recetas para prepararlos, destacando los mezclados con huevo

batido, en salsa verde o con epazote. Además de las larvas “los blanquitos”, 85% de las familias consumen las pupas (“las prietas”) que no se aceptan para venta. Su consumo es de hasta dos o tres veces por semana y durante toda la temporada de recolección, complementando su dieta con proteína de alta calidad.

Los escamoleros y sus familiares asocian culturalmente la actividad de recolecta con el tiempo de cuaresma, aportando una connotación espiritual a su producción y asignando una porción significativa de larvas para consumo en el Viernes Santo, el cual coincide con la producción más alta de la temporada. Esta asociación se explica parcialmente a su falta de conocimiento ecológico y al desconocimiento del efecto del clima sobre la supervivencia de la especie y a su producción. Por ejemplo, en 2013, cuando la producción disminuyó, aproximadamente la mitad de los lugareños no asociaron esta baja con las condiciones del clima que se presentaron a inicios de la temporada de la recolecta. Las creencias asociadas con la actividad de recolección también se reflejan en los aspectos más subjetivos, como el gusto por este recurso natural y el razonamiento u orgullo de ser escamolero.

Los escamoleros consideran la recolección como cualquier otro trabajo que realizan durante el año. No obstante, dejan sus actividades primarias para dedicarse a la recolección con la ilusión de “despejarse en el campo”.

Por otra parte, los grupos más antiguos tienen el sentimiento de ser buenos escamoleros y ser capaces de encontrar nidos grandes y de manera rápida, pero sobre todo el de cómo cuidarlos. La actividad escamolera se considera emo-

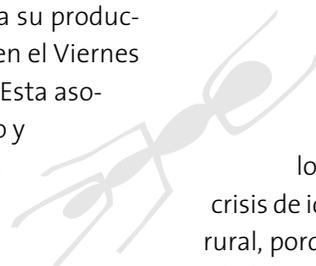
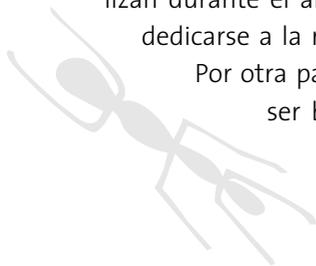
cionante porque incluye un elemento de aventura: cuidarse de las víboras de cascabel (*Crotalus spp.*) que coexisten con la hormiga escamolera y el potencial y la ilusión de ganar una cantidad considerable de dinero. El acto de tratar a la actividad como un viaje al campo, muestra el carácter urbano de los escamoleros y tal vez una crisis de identidad entre ser urbano y rural, porque para la mayoría, la actividad de recolecta es su único encuentro con la naturaleza.

El gusto por el recurso y los elementos subjetivos de ser un escamolero de Querétaro revela un paradigma. Con el alto consumo e ingreso, la actividad de recolecta es muy apreciada; sin embargo, por el perfil de los recolectores orientado hacia lo urbano, la hormiga escamolera sólo les atrae durante la temporada de recolecta, pero tienen poco interés en conocer más sobre sus requerimientos y características ecológicas, aspectos que se revelan en el corpus general de los escamoleros queretanos.

Corpus (conjunto de conocimiento ecológico)

Taxonomía escamolera: Los escamoleros se refieren a los escamoles como guiquis o gusanos, y tienen modismos locales para describir la estructura del nido y el ciclo de vida (Figura 3).

En las localidades bajo estudio, el conocimiento que poseen se refiere a la flora y fauna asociada a las colonias, a la estructura de las colonias, y la disponibilidad temporal de la especie. Todos los escamoleros reconocen los ecosistemas donde se localiza la hormiga, y ubican los micro hábitats de las colonias por la presencia de nopales (*Opuntia spp.*) y/o garambullo (*M.*



Nombre	Modismo local
Escamoles	Guiquis, gusanos
Colonia	Huevera, hormiguero, nido, veta
Estructura del nido	Casita (trebécula) 
	Tapadera 
Ciclo de vida	Blanquitos (larva) 
	Prietos (pupas) 
	Alados o palomillas (reproductivos) 

Figura 3. Modismos locales de los escamoleros de Santa Isabel-El Coto y El Coto.

geometrizar) y piedras. Por la cercanía de las comunidades con las colonias de hormigas, los escamoleros están muy familiarizados con su estructura y saben cómo encontrar la trabécula. Además, saben que la temporada de recolección comprende principios de marzo hasta mediados de abril o, como lo expresó un entrevistado, “después del miércoles de ceniza y antes de la temporada de lluvias.” Los escamoleros aprovechan el recurso en varios lugares, pero en el estado de Querétaro lo hacen más frecuentemente en el bosque tropical caducifolio y bosques de encinos.

El conocimiento que los recolectores tienen es básico y sólo consiste en cómo encontrar la colonia y extraer las larvas. Sobresale que una tercera parte de la población carece de información ecológica, necesaria para manejar mejor el recurso. Sin embargo, los escamoleros con siete años o más de experiencia conocen más sobre los factores que afectan su producción, y tienen nociones sobre el ciclo de vida de la hormiga y coinciden en que los escamoles se producen más tarde en los bosques de encino cuando “hace más calor”, e inician la recolección primero en el tropical caducifolio. También indican que la cantidad de lluvia y la temperatura durante la temporada afectan la producción, como fue el caso de 2013 cuando se presentaron condiciones de sequía y heladas. Ante este fenómeno, los escamoleros con mayor conocimiento ecológico (28%) ajustaron sus salidas de recolección y asociaron la baja producción de larvas con las condiciones climatológicas prevaletentes.

Los recolectores con más experiencia practican el Manejo Extractivo-Relleno-Tapado y lo justifican para que “no se meta el aire ni el agua”; de esta manera, se mantiene el ambiente requerido por la hormiga y se logra la persistencia y producción de la colonia. El concepto de “aire y agua” es muy conocido entre los escamoleros y saben que las colonias requieren de condiciones de humedad y temperatura específicas. Por lo tanto, después de destruir la estructura y la trabécula durante la recolección, es necesario rellenar el nido para restablecer su temperatura y humedad. Al respecto, los que rellenan los nidos consideran a las pencas secas del nopal como el mejor sustrato de tapado; ellos mencionan que este material “es como ladrillo y alimento para las hormigas.” La mayoría desconocen el ciclo de vida de las hormigas y existen muchas ideas acerca de lo que son los escamoles; 76% piensa que son huevos de palomillas que se meten al nido de la hormiga; 12% considera que son

larvas de otras hormigas más grandes que la hormiga escamolera; únicamente dos personas con más de 15 años de experiencia en la recolección comentaron que son “las reinas y los reyes”. El 62% de los entrevistados mencionaron que “el destino de los guiquis es morir” y consideran que sacarlos no afecta mucho a la colonia. La falta de conocimiento sobre lo que son los escamoles, es una limitante para hacer un mejor manejo de la hormiga y aumentar su producción.

El *corpus* es el mejor indicador de la calidad de un escamolero, ya que indica cuáles manejan mejor el recurso, y es clave para identificar a los interesados en la conservación de la especie. El *corpus* para la mayoría se restringe a la información básica para extraer las larvas y para su venta. El razonamiento fundamentalmente económico de los escamoleros queretanos resulta en la destrucción de las colonias de la hormiga. Durante 2012 y 2013 se encontraron 175 nidos (110 y 65 nidos en 2012 y 2013, respectivamente). En 2012, el número de colonias bajo manejo extractivo fue de 33, mientras que en 2013 fue de 56. El incremento de éstas es un indicador del grado de destrucción que está sucediendo en las localidades bajo estudio. Los nidos con manejo extractivo producen 82% menos escamoles ($n=175$), comparados con la producción de aquellos bajo el manejo extractivo-relleno-tapado. Muchos de los afectados en 2013 fueron nidos con más de cinco años bajo producción y, como comentó un escamolero, “es como perder una chiva buena” mostrando que su destrucción los afecta económicamente.

De acuerdo con 68% de los escamoleros, el manejo extractivo fue la principal causa de disminución de nidos y de su producción en 2012 y 2013. Los que tienen menos años de experiencia carecen de conocimiento ecológico del recurso y utilizan sólo el manejo extractivo; aunque 18% de los entrevistados conocen el manejo extractivo-relleno-tapado, no lo aplican y prefieren el manejo extractivo porque, según ellos, éste es más redituable ya que no “pierden su tiempo” rellenando los nidos, el cual utilizan mejor para encontrar más nidos. El 32% de los que usan el manejo extractivo mencionaron que no taparon los nidos porque pensaron que el próximo año iban a radicar en Los Estados Unidos y no era necesario hacerlo. La lógica de la ganancia económica es más importante que la preservación de la colonia. Sin embargo, el manejo extractivo es devastador para los escamoleros de Santa Isabel-

El Coto y El Coto, ya que cada año hay menos colonias y se requiere más esfuerzo para encontrarlas.

CONCLUSIONES

- Una de las principales causas de la destrucción de los nidos de *L. apiculatum* es la falta de conocimiento ecológico que tienen los recolectores.
- Con más años de recolecta, tienen mayor conocimiento ecológico del *L. Apiculatum* y practican el manejo-extractivo-relleno-tapado.
- La actividad escamolera es una tradición que está desapareciendo y que representa una pérdida de soberanía alimenticia e ingresos para los campesinos en Santa Isabel-El Coto y El Coto, San Juan del Río, Querétaro.
- Los resultados del perfil etno-entomológico de los escamoleros y los muestreos de las colonias durante 2012 y 2013, recomiendan que los escamoleros queretanos practiquen el manejo extractivo-relleno-tapado con penca de nopal. Asimismo, se sugiere que quienes tienen más años de experiencia compartan su conocimiento con el resto de los grupos.
- Los que pertenecen a la región de estudio, representan el elemento clave en la conservación y manejo de los escamoles; sin embargo, su falta de interés en la conservación de este importante recurso por un segmento importante de ellos, representa un obstáculo para elaborar e implementar un proyecto de manejo sustentable de la hormiga escamolera en las localidades estudiadas.

AGRADECIMIENTOS

A los escamoleros de Santa Isabel y El Coto que me abrieron las puertas de su casa; a la Universidad Autónoma de Querétaro proyectos FOPER 2012, por el financiamiento.

LITERATURA CITADA

AntWeb. Available from <http://www.antweb.org>. Accessed 22 May 2013.

Appendini K., Torres-Mazuera G. 2008. ¿Ruralidad sin agricultura?: perspectivas multidisciplinares de una realidad fragmentada. El Colegio de México, Centro de Estudios Económicos.

Bernard R. 1994. Estructured interviewing. En Bernard, R. (coord.). Research methods in cultural anthropology: qualitative and quantitative approaches. London, Altamira Press.

CONASAMI (Comisión Nacional de Los Salarios Mínimos). 2012. Tabla de salarios mínimos generales y profesionales por áreas geográficas 2012. Acceso: 24 Abril 2012. <http://www.conasami.gob.mx/t_sal_mini_prof.html>

Del Toro I., Pachecho J.A., Makay W.P. 2009. Revision of The Ant Genus *Liometopum* Mayr (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*. 52, 295-369.

Haeckel I. 2008. The Arco Floral: Ethnobotany of *Thillandsia* and *Dasyliirion* ssp. in a Mexican religious adornment. *Economic Botany* 62(1) 90-95.

INEGI. (Institución Nacional de Estadística y Geografía). 2010. Censo de población y vivienda. Acceso: 21 de mayo 2013. <<http://www.inegi.org.mx/>>

Martin G. 1995. Ethnobotany: A methods manual. Chapman & Hall, Cambridge.

Ramos-Elorduy J., Pino J.M. 2001. Contenido de vitaminas de algunos insectos comestibles de México y determinación de su valor nutritivo. *Journal of Mexican Chemical Society* 66-76.

Ramos-Elorduy J. 2006. Threatened edible insects in Hidalgo, Mexico and some measures to preserve them. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. Disponible en <<http://www.ethnobiomed.com>> Acceso en 23 de noviembre de 2006.

Ramos-Elorduy J., Pino J.M., Conconi M. 2006. Ausencia de una reglamentación y normalización de la explotación y comercialización de insectos comestibles en México. *Folia Entomol. Mex.*, 45 (3) 291-318. ISSN-0430-8603.

Ramos-Elorduy J., Costa N.E., Pino J.M., Cuevas C.M., Garcia-Figeroa J., Zetina D.H. 2007. Conocimiento de la entomofauna útil en el poblado de La Purísima Palmar de Bravo, Estado de Puebla, México. *Biotemas* 2, 121-134.

Salazar-Rojas V., Herrera-Cabrera E., Flores-Palacios A., Ocampo-Fletes I. 2007. Traditional use and conservation of the "Calaverita" *Laelia anceps* subs. *dawsonii* f. *chilapensis* Soto-Arenas at Chilapa, Guerrero, México. *Lankesteriana* 7(1-2): 368-370.

Tarango-Arámbula L. 2012 Los escamoles y su producción en el Altiplano-Potosino-Zacateco. *Revista Salud Pública y Nutrición*. 4:139-144.

Toledo V.M. 2002. Ethnoecology: a conceptual framework for the study of indigenous knowledge of nature. In *Ethnobiology and biocultural diversity: Proceedings of the 7th International Congress of Ethnobiology*, Athens, Georgia, USA, October 2000. 2002 pp. 511-522.



Recolección de INSECTOS COMESTIBLES en Pinos Zacatecas: DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD



De Luna-Valadez, B.¹, F. J. Macías-Rodríguez², G. Esparza-Frausto², E. León-Esparza³, L. A. Tarango-Arámbula⁴ y S. de J. Méndez-Gallegos^{4*}.

¹Colegio de Bachilleres Villa González Ortega. Villa González Ortega. CP 98840 Zacatecas, México. ²Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro-Norte. Cruz del Sur Núm. 100, Col. Constelación. A.P. 196, El Orito, Zacatecas CP 98085, México. ³Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Ciencias Biológicas. Calzada Solidaridad entronque Paseo a la Bufa. Zacatecas C.P. 98000. México. ⁴Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí. A. de Iturbide # 73. Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí. CP 78620 México.

*Autor responsable: jmendez@colpos.mx

RESUMEN

Los insectos han representado un valioso recurso natural con importancia económica, social y nutricional para diversas culturas desde tiempos ancestrales. Aunque no existen antecedentes históricos de la recolección y aprovechamiento de insectos en el sureste de Zacatecas, México, como sucede en otros estados del país, los habitantes rurales han tenido que recolectar y comercializar insectos comestibles asociados al maguey (*Agave spp.*) ante la falta de mejores alternativas productivas. Para conocer las variables sociales, económicas y productivas y valorar dicha actividad como alternativa económica, se aplicaron 82 encuestas a recolectores de insectos en 12 comunidades del municipio de Pinos, Zacatecas durante 2011. Los resultados evidenciaron que la recolección de insectos comestibles principalmente, gusano blanco (*Acentrocneme (Aegiale) hesperiaris*), gusano rojo (*Comadia redtenbacheri*) y escamoles (*Liometopum apiculatum*) brindan a los recolectores una actividad complementaria que brinda ingresos adicionales. Esta actividad es reciente en la región, pero el número de recolectores que participan se ha incrementado anualmente. Considerando que es una actividad estacional e intensiva y que los recolectores no han recibido capacitación especializada para la extracción, es importante aplicar estrategias de organización, capacitación y comercialización para un aprovechamiento sustentable del recurso a fin de no afectar la diversidad biológica.



Palabras claves: Agaves, aprovechamiento, zonas áridas.

INTRODUCCIÓN

A pesar de que se perciben por lo general como inhóspitas, las regiones áridas son en realidad sistemas ecológicos complejos, ricos en organismos que interactúan entre sí y con el medio físico (Hernández, 2006). El maguey (*Agave spp.*) destaca dentro de esta diversidad biológica por su relevancia histórica, agroecológica, cultural y socioeconómica. El *Agave spp.* es originario de América y ha formado parte de la dieta de los habitantes mesoamericanos desde tiempos ancestrales (9000-10000 años) (Gentry, 1982; Nobel, 1998), se distribuye ampliamente en el mundo y comprende entre 136 (Nobel, 1998) y 200 especies (Narváez-Zapata y Sánchez-Teyer, 2009), de las cuales 186 se encuentran en México (García, 2007), por lo cual se le considera como el centro de origen y dispersión biológica (Eguiarte *et al.*, 2000).

En el sureste del estado de Zacatecas, particularmente en el municipio de Pinos, el maguey verde (*Agave salmiana* Otto ex Salm-Dick ssp. *crassispina* (Trel Gentry)) representa el recurso natural más importante por su abundancia y utilización, ante la baja productividad agropecuaria, debido a los factores edáfico-climáticos restrictivos de dicha región. Actualmente su desarrollo es de manera silvestre y existen también plantaciones formales en Tierras de Uso Común (TUC) de ejidos y en predios particulares, alcanzando el estatus de recurso forestal no maderable, por lo que su explotación y aprovechamiento se rigen por lo establecido en la Ley Forestal y su reglamento respectivo (Morales *et al.*, 2002).

Esparza-Frausto *et al.* (2008) determinaron la disponibilidad de maguey verde en el sureste de Zacatecas y señalaron que la extracción de escamoles, larvas de la casta reproductora de *Liometopum apiculatum* Mayr. (Hymenoptera: Formicidae), del gusano blanco *Acentrocneme* (*Aegiale*) *hesperiaris* Walter (Lepidoptera: Hesperoidea) y del gusano rojo *Comadia redtenbacheri* Hamm. sin *Hypopta agavis* B.) (Lepidoptera: Cossidae) se realiza de manera empírica y sin planificación. Los mismos autores señalan que la recolección de insectos realizada de manera organizada podría representar un ingreso económico importante para los habitantes de la región ya que, por sus ciclos de vida cortos, alta adaptabilidad y tasa de reproducción, no sólo garantizan su disponibilidad a través del año, sino que representan una alternativa económica importante. Sin embargo, de no llevar a cabo la recolección de insectos y manejo de sus

hábitats de manera planificada con un enfoque de sustentabilidad, las colonias de hormigas y de gusanos pueden disminuir, como ha ocurrido en estados de Hidalgo (Romo, 1999), Puebla (Tinajero, 1999) Estado de México y Tlaxcala en México (Fierro y Tinajero, 1997).

El aprovechamiento de los insectos comestibles en México tiene implicaciones alimenticias, socioeconómicas y culturales para habitantes de pueblos originarios (etnias) y campesinos (Ramos *et al.*, 2006; Viesca y Romero, 2009). Sin embargo, su investigación se ha centrado en la distribución geográfica, propiedades nutrimentales, procesos de recolección, venta y formas de preparación de los mismos (Juárez *et al.*, 2012), y no existen estudios donde se caractericen y documenten los principales elementos socioeconómicos y productivos que intervienen en la recolección y comercialización. Para generar un marco de referencia que permita manejar los insectos comestibles de forma sustentable y comprender mejor el proceso de recolección, se realizó una caracterización socioeconómica y productiva del proceso de recolección y comercialización de los insectos comestibles en el municipio de Pinos, Zacatecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El municipio de Pinos se ubica en la región sureste del estado de Zacatecas (Figura 1), a 21° 47' y 22° 45' N y 101° 47' y 101° 50' O, con un gradiente altitudinal de 1900-3091 m, una superficie de 3,040 km², y representa 4.2% de la superficie total del estado (Morales *et al.*, 2002; INEGI, 2010). El

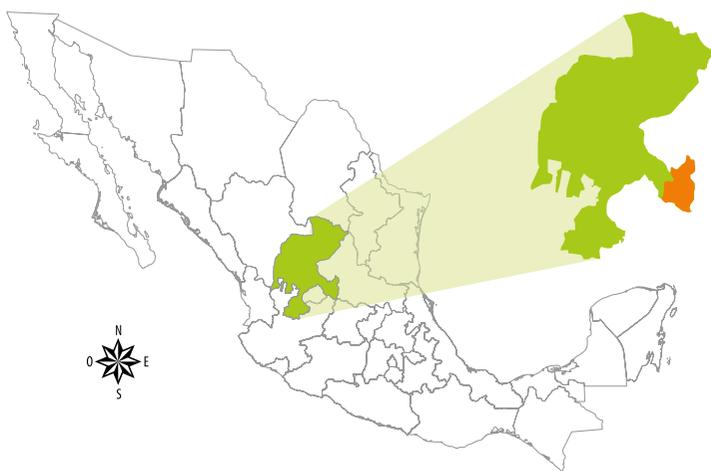


Figura 1. Localización del área de estudio.

clima es el menos seco de los secos esteparios (BS1 kw (w)) con temperatura media anual de entre 12 a 18 °C, precipitación media anual de 450 mm (UNAM, 1970), suelos *litosol eutrítico* y *xerosol háplico* (CETENAL, 1972), vegetación tipo matorral xerófito con especies de Cactaceae, del género *Opuntia* spp., especies micrófilas, y matorrales espinosos (Rzedowski, 1978) (Figura 2).

Obtención de información

El estudio se abordó considerando las siguientes etapas: el acopio de información, recorridos de campo, aplicación de encuestas y entrevistas, sistematización y análisis de la información. Se realizó un reconocimiento de las características físico-ambientales del área de estudio mediante revisión bibliográfica, y se identificaron los trabajos realizados sobre del tema. Paralelamente, se realizaron recorridos de campo, ambientación y trazado de rutas de intervención. De igual forma, se entrevistó a funcionarios federales, estatales, municipales y presidentes de los comisariados ejidales, a fin de conocer los programas de apoyo, fomento y conservación relativos al objeto de estudio, utilizando para ello un cuestionario estructurado.

Trabajo de campo y aplicación de encuestas

La segunda etapa consistió en seleccionar las comunidades del municipio de Pinos, Zacatecas, considerando un muestreo aleatorio estratificado, donde la comunidad fue empleada como criterio de estratificación. Las encuestas aplicadas a los recolectores consideraron variables sociales, económicas y productivas (Bautista, 2004; Trejo y Morales, 2009). Como parte secundaria de la encuesta, se consideraron características de la región, acceso a la comunidad, diversidad de los personajes clave, autoridades locales, dependencias e instituciones involucradas en la recolección (Figura 3). La información se



Figura 2. Componentes biológicos representativos del tipo de vegetación de la región de estudio.

sistematizó (cuantitativa y cualitativa) y fue analizada con Excel® (2007) con estadística descriptiva mediante el paquete estadístico SPSS® 17.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los insectos comestibles recolectados fueron los escamoles producidos por la hormiga escamolera (*Liometopum apiculatum*), gusano blanco (*Acentrocne (Aegiale) hesperia* Walter) y gusano rojo (*Comadia redtenbacheri* Hamm. sin *Hypoptya agavis* B.) (Figura 4).

Caracterización socioeconómica

La principal actividad productiva de los recolectores de insectos de Pinos,

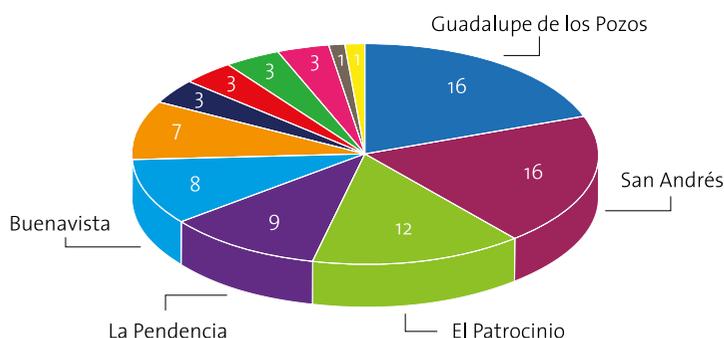


Figura 3. Localidades de la región de estudio y número de recolectores encuestados en cada comunidad.



Figura 4. Insectos comestibles recolectados en el municipio de Pinos, Zacatecas. A: escamoles (*Liometopum apiculatum*), B: gusano blanco (*Acentrocne (Aegiale) hesperiaris* Walter) y C: gusano rojo (*Comadia redtenbacheri* Hamm. sin *Hypopta agavis* B.).

Zacatecas es la agricultura de temporal, principalmente maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*), combinada con ganadería intensiva. También se emplean en actividades agropecuarias y de albañilería. El 62% de los recolectores cuenta con tierras de cultivo propias, cuya superficie varía de 1 a 15 ha; además, 60% de los recolectores posee ganado ovino y caprino principalmente y 16% de ellos han vendido sus parcelas. Dentro de este grupo, 46% indica que las vendió porque considera que la actividad

agrícola no es rentable, 30% por problemas de salud y 23% por problemas económicos. Lo anterior, demuestra la falta de oportunidades de ingreso suficiente y frecuente para los habitantes, y un dato relevante es que 6% de los habitantes de la muestra encuestada han abandonado la actividad agrícola para dedicarse a la recolección de insectos.

Ante las pocas opciones productivas que se tienen en el área, la recolección de insectos comestibles, dada su disponibilidad estacional, ofrece a los habitantes una actividad complementaria que les brinda ingresos adicionales. La recolección de los estados inmaduros de insectos en el municipio de Pinos, Zacatecas es de vital importancia, sobre todo porque se lleva a cabo fuera del periodo de producción agrícola y en tiempos de sequía, cuando la disponibilidad de otros recursos es limitada, actividad que les permite satisfacer algunas necesidades de sus familias. Lo anterior concuerda con estudios previos (Esparza-Frausto *et al.*, 2008; Acuña, 2010; Miranda *et al.*, 2011), donde se señala que la recolección de insectos se realiza de manera alterna, complementando el ingreso del recolector, cuya principal forma de vida proviene de la producción de la milpa y de la ganadería menor.

El 95.1% de los recolectores son hombres; no obstante, recientemente se ha observado la incorporación de mujeres a esta actividad y, aunque 72% de los recolectores realizan la actividad de manera individual, el resto involucra a varios miembros de familia para el traslado de herramientas, extracción, limpieza, acopio, tapado o replantado de plantas, y transporte del producto. La edad promedio de los recolectores es de 34 años, con oscilaciones desde 14 hasta 63 años;

esto contrasta con la edad promedio de los recolectores de insectos en el Estado de México e Hidalgo, donde la mayoría son mayores de 50 años y no se observa interés de los jóvenes por continuar con dicha tradición y cultura (Viesca *et al.*, 2012). En relación con el nivel de educación, se destaca que la mayoría de los recolectores concluyó sus estudios de secundaria, por lo que este nivel de preparación podría influir en la adopción de técnicas y paquetes tecnológicos para el manejo sustentable del recurso y facilitar las innovaciones al interior de sus comunidades.

En contraste con otras comunidades recolectoras del centro y sur del país donde la recolección, consumo y comercialización de insectos representa un legado cultural, de identidad, pertenencia y apropiación (Viesca *et al.*, 2012), en el municipio de Pinos, Zacatecas, la recolección de insectos comestibles es relativamente “reciente”, pues los recolectores han asignado seis años a esta actividad, en promedio; en tanto, en otras entidades el aprovechamiento de insectos se ha heredado de padres a hijos y se ha conducido por varias generaciones.

En esta área, dicha actividad inicia en 1992, aunque toma importancia comercial a partir del año 2000. La recolección de insectos comestibles en el municipio de Pinos, Zacatecas se ha incrementado en los últimos años, al igual que la cantidad de personas que participan en la recolección (Figura 5). Esto ocasiona que cada año las distancias recorridas a los sitios de recolección sean mayores y que las poblaciones naturales de maguey disminuyan, obstaculizando el manejo sustentable de estos recursos naturales. Al respecto, Franco (1995)

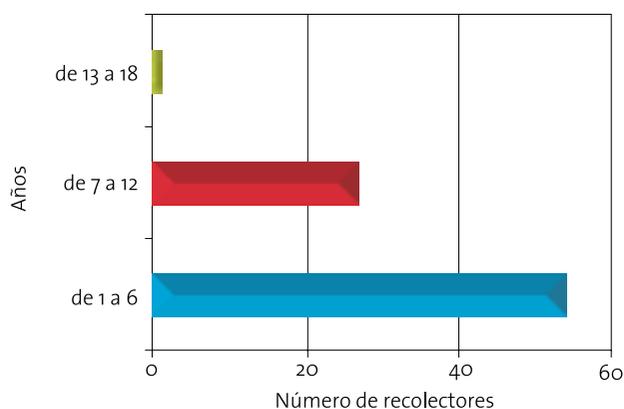


Figura 5. Recolectores de insectos y años dedicados a esta actividad.

resalta que las poblaciones de maguey han sido afectadas por la destrucción de su hábitat como resultado de las actividades humanas, tales como la agricultura, urbanización, sobreexplotación con fines de producción de bebidas y forraje, para la obtención de otros productos secundarios, así como por la presencia de sequías recurrentes (Martínez-Salvador *et al.*, 2005). Esta problemática se agrava por los daños ocasionados durante la extracción de los insectos; por ello, debe establecerse una estructura organizativa y que las autoridades gubernamentales intervengan a fin de evitar situaciones como las que ya se han presentado en Hidalgo (Romo, 1999; Ramos-Elorduy, 2006), Puebla (Tinajero, 1999), Estado de México y Tlaxcala (Fierro y Tinajero, 1997). Tarango (2012), destaca para dichos estados que existe empobrecimiento de los sistemas agrícolas y ganaderos, agostaderos sobrepastoreados, además de prácticas inadecuadas en la cosecha de escamoles como, la destrucción de nidos, manipulación inadecuada de los insectos, y reducido conocimiento de los recolectores para realizar un manejo de la especie.

Aunque en otras regiones del país, la recolección de insectos representa un legado cultural con fines alimenticios y forma parte integral del sistema de producción en Pinos, Zacatecas, ésta se realiza principalmente con fines comerciales, sin embargo, 25% de los recolectores manifestaron consumirlos, aunque en bajas proporciones, lo cual no se había registrado para la región en



estudio. Los insectos constituyen una fuente importante de proteínas y energía para los habitantes de las comunidades rurales de Pinos, Zacatecas, que se caracterizan por una marginación muy alta, por lo que recientemente este municipio fue incluido en la cruzada nacional contra el hambre (DOF, 2012). Esta oportunidad podría representar amplias perspectivas para la valorización económica y cultural de insectos considerados como inútiles (Santos-Fita *et al.*, 2006).

Sin excepción, por la manera en que actualmente se explotan y recolectan los insectos, los usuarios-consumidores están preocupados por el daño causado a estos recursos naturales, situación que se agrava por la ausencia de otras alternativas de vida. En Pinos, Zacatecas, más de 58% de quienes realizan dicha actividad no reciben apoyo de los programas de **PROCAMPO** u **Oportunidades**, por lo que se ven obligados a recolectar la entomofauna año con año. Uno de los grandes retos que esto conlleva es el de influir en la forma en que se ha practicado su recolecta tradicionalmente, mediante la aplicación de innovaciones que le permitan realizar un manejo sustentable del recurso. Al respecto, Tarango (2012) menciona que la producción sostenida y sustentable de los escamoles en el Altiplano Potosino-Zacatecano sólo se puede lograr erradicando el intermediarismo y mejorando la organización de los recolectores.

Caracterización productiva

Estacionalidad y frecuencia de recolección de insectos

Los escamoles se recolectan en marzo, abril y mayo; el gusano blanco en mayo y junio; y el gusano rojo de julio a agosto. Este periodo puede variar, dependiendo de las condiciones climáticas de la zona, principalmente de la temperatura, la cual afecta la duración del ciclo biológico. Por ejemplo, durante la cosecha 2013 se vio afectada por las constantes oscilaciones térmicas. La disponibilidad estacional escalonada de insectos comestibles permite obtener ingresos antes de cosechar los productos agrícolas.

Los recolectores ejercen una gran presión sobre el ecosistema donde habitan los insectos, ya que utilizan una cantidad significativa de plantas de maguey por día, sobre todo cuando se trata de gusanos blancos y rojos, destruyendo partes de la planta y en ocasiones la planta completa, lo que reduce el área fotosintética, disminuye el contenido de azúcares de la planta,

la cobertura del suelo y, por ende, las poblaciones de maguey. El tiempo promedio utilizado por temporada para la recolecta de escamoles es de 47 días; sin embargo, 89% de los recolectores lleva a cabo esta actividad hasta por 60 días y 11% extiende este periodo hasta los 120 días, el cual se ubica fuera del periodo “óptimo” de recolecta. El número de días usados en la recolección de gusano rojo y blanco oscila entre los 30 y 60 días; sin embargo, 90% de los entrevistados los aprovecha durante los dos meses en que están disponibles.

Las horas por día empleadas para la recolección son muy variables y están en función de la densidad de colonias de hormigas. Además, el tiempo asignado también depende de la demanda de sus actividades primarias, pero en promedio emplean 6 h por jornada; sin embargo, el tiempo asignado oscila entre 1 y 13 h. Con respecto a los escamoles, los recolectores aprovechan varias colonias diariamente para que su jornada sea costea; en algunas ocasiones, la disponibilidad de ellas es baja, pero en promedio más de 50% de los recolectores cosechan de dos a tres por día (Figura 6).

Durante la recolección del gusano blanco y rojo, se aprovechan 54 plantas de maguey en promedio por día, la cual brinda una idea de la tasa de aprovechamiento tan alta. Para extraer las larvas de gusano blanco, 70% de recolectores cortan pencas en más de 50 plantas. El daño para obtener el gusano rojo es más severo, ya que en esta labor es necesario extraer la planta dada la ubicación de las larvas. Considerando

su alta demanda y que su recolecta se realiza en poblaciones silvestres de maguey, es el insecto comestible más amenazado de extinción (Ramos-Elorduy, 2006).

La intensidad de aprovechamiento de insectos comestibles en Pinos, Zacatecas, pone de manifiesto la presión que se ejerce sobre el ecosistema, situación que preocupa a los presidentes de los comisariados ejidales, autoridades municipales y vigilantes de las comunidades. La explotación intensa que se hace de los recursos, no sólo pone en riesgo a la biodiversidad de las zonas áridas y semiáridas, sino también los beneficios económicos y alimenticios que los recolectores y sus familias obtienen año con año en el proceso de recolección. Por ello, es urgente organizar a los recolectores para proporcionar un manejo sustentable de las especies de insectos comestibles y la creación de centros de acopio, proceso y comercialización, como lo propone Tarango (2012).

Distancias recorridas y tasa de aprovechamiento

La mayoría de las colonias (90%) de la hormiga escamolera se encuentran a una distancia de entre 100 y 500

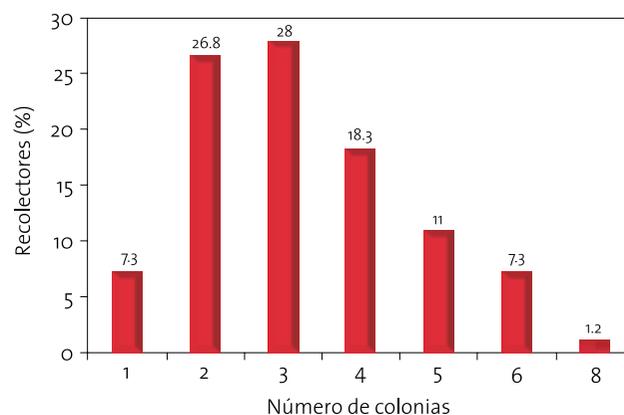


Figura 6. Colonias de escamoles aprovechadas por jornada de trabajo.

m entre colonia y colonia, aunque ya existen regiones donde los recolectores tienen que recorrer distancias de hasta 1000 m. Un 90% de los recolectores manifestó que ha realizado la extracción de escamoles por periodos de uno a cuatro años. Por ello, es de vital importancia implementar prácticas tales como el acomodo de la “trabécula” en el nido y tapanlo cuidadosamente con la vegetación circundante, con lo cual las colonias pueden ser aprovechadas nuevamente (dos veces en total) durante la misma temporada o en los años subsecuentes (Miranda *et al.*, 2011), permitiendo su aprovechamiento hasta por 40 años (Ramos-Elorduy, 2006).

La distancia promedio que se recorre durante la extracción de gusano blanco es de 8 m entre planta y planta; en este caso, las plantas de maguey son aprovechadas durante tres a cuatro años o hasta que se cosecha la planta, sobre todo considerando que la infestación del insecto se presenta en mayor grado en plantas mayores de 6 años. Más de 75% de las plantas infestadas con gusano rojo se encuentran a una distancia de entre 1 y 10 m; sin embargo, a diferencia del gusano blanco las plantas de maguey para extraer el gusano rojo son destruidas en



su totalidad. No obstante que los recolectores están conscientes que tanto los nidos de la hormiga como las plantas de maguey deberían de ser aprovechadas sólo una vez por temporada, se presenta el “saqueo” por parte de personas ajenas a la comunidad, dado el carácter de propiedad ejidal de la mayoría de las áreas donde se realiza la recolección. Lo anterior contrasta con lo que afirma Juárez *et al.* (2012) para el Estado de México, donde el aprovechamiento de insectos es apreciado como alimento de temporada, respetando los ciclos naturales, y se realiza a baja escala sin ser depredados, logrando así su conservación.

Rendimiento y precios

En la mayoría de las zonas donde se recolectan los insectos comestibles las especies se destinan al autoconsumo, pero en esta región casi la totalidad del volumen recolectado (78%) de los tres insectos se comercializa. Generalmente, los insectos comestibles se comercializan y consumen casi en su totalidad durante su temporada, y realmente se almacena poco producto para su venta y consumo posterior. Por lo tanto, aunque puedan parecer caros, los precios con los que se comercializan tienen una relación directamente proporcional con el tiempo invertido en obtenerlos y al esfuerzo realizado, así como en el tiempo de su preparación (Ramos-Elorduy *et al.*, 2007). El precio pagado a los recolectores por los escamoles y gusanos varía año con año y de comunidad a comunidad. El precio por kg de escamoles oscila entre \$150.00 y \$550.00, con un promedio de \$255.00 por kg. El precio promedio por kg de gusano blanco es de \$335.00 y el de gusano rojo, que es el que se cotiza a mejor precio, es de hasta \$600.00, y constituye el insecto comestible con las mejores ganancias en México.

Considerando los ingresos promedio que se obtienen por la recolección y venta de insectos y la duración del periodo de extracción, el cual puede llegar a los seis meses, esta actividad podría representar una mejor alternativa que la agricultura de temporal, generando ingresos al recolector por más de \$108,000.00 (ciento ocho mil pesos 00/100 M.N.) anuales, contemplando 2 kg de insectos recolectados por día/recolector/180 días, a un precio promedio de \$300.00). No obstante, en el área de estudio los precios que se pagan a los recolectores son sensiblemente más bajos a los registrados por Miranda *et al.* (2011) en el Estado de México.

Comercialización

Se detectaron 10 centros de acopio rurales, los cuales funcionan como “sucursales” en las propias comunidades del municipio de Pinos, Zacatecas. En estos centros existe un

“responsable” que se encarga del acopio y almacenamiento. Aunque no se pudo determinar con exactitud, hay centros de acopio que pueden acumular hasta 50 kg de insectos por día, según la temporada. Uno de éstos se ubica en la comunidad de Santiago y otro en la de El tecomate, ambos en el municipio de Pinos, Zacatecas, pero el más importante y que concentra la producción de otras comunidades de Zacatecas y San Luis Potosí, se ubica en la Ciudad de Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, quizás por su accesibilidad y ubicación estratégica.

En la cadena de comercialización se detectaron seis grandes acopiadores provenientes de Hidalgo, Tlaxcala y Estado de México. El destino final del producto son principalmente los restaurantes de los estados antes mencionados y, recientemente Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato, San Luis Potosí e, incluso, los Estados Unidos de América. Se destaca que en las comunidades recolectoras del Estado de México los insectos son muy apreciados como productos de temporada, respetando sus ciclos naturales; esto se realiza a baja escala sin destruir los recursos, logrando así su preservación a largo plazo (Viesca *et al.*, 2012). Además, su ingesta está planificada y regida por la disponibilidad estacional (Miranda *et al.*, 2011) y donde participan otros productos recolectados en el monte y en su conjunto, conforman el sistema tradicional de alimentación (Acuña, 2010). Es por ello que se debe evitar la sobreexplotación y fomentar el uso sostenible de estos recursos (Santos-Fita *et al.*, 2006) (Figura 7).

CONCLUSIONES

- La caracterización socioeconómica y productiva de los recolectores de insectos comestibles asociados al maguey en Pinos, Zacatecas, identificó que este municipio es uno de los principales centros de abastecimiento, cuyo mercado se dirige al consumo de estos insectos en restaurantes nacionales. La recolección representa una importante fuente de ingresos para quienes la realizan; no obstante, el impacto económico de la misma se reduce por la presencia de intermediarios, limitando su bienestar y su calidad de vida.
- La recolección de los insectos comestibles en Pinos, Zacatecas podría representar una mejor alternativa de ingresos que las propias actividades primarias, tales como la ganadería y la agricultura de secano.
- A pesar de ser una actividad reciente, su demanda estacional brinda empleo a los habitantes rurales en

		
Proceso de extracción de escamoles	Vista del nido	Limpieza de la colonia
		
Planta con síntomas de la presencia del gusano rojo	Destrucción de planta para la extracción del gusano rojo	
		
Daños externos que evidencian la presencia del gusano blanco	Daños ocasionados por las larvas de gusano blanco	Extracción del gusano blanco
		
Escamoles preparados	Gusano blanco frito	Consumo de gusano rojo

Figura 7. Características principales del proceso de recolección y preparación de insectos.

ausencia de otras opciones productivas. Sin embargo, los precios atractivos de éstos, la falta de capacitación y la asesoría técnica, ocasionan su sobreexplotación y una gran presión sobre las plantas hospedantes. Estos factores podrían ocasionar la disminución significativa de las colonias en el corto plazo, si no se mejora la organización de los recolectores, se restauran las plantaciones naturales de maguey y se practica el manejo sustentable de los recursos naturales en el municipio de Pinos, Zacatecas.

LITERATURA CITADA

- Acuña C. A. M. 2010. Etnoecología de insectos comestibles y su manejo tradicional por la comunidad indígena de los Reyes Metzontla, Municipio de Zapotitlán Salinas, Puebla. Tesis de Maestría en Ciencias en Estrategias para el Desarrollo Regional. Campus Puebla. 199 p.
- Bautista Z. F. 2004. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria. México, D.F. 507 p.
- CETENAL (Centro de Estadísticas del Territorio Nacional). 1972. Carta Edafológica. CETENAL, México.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2013. Decreto por el que se establece el Sistema Nacional para la Cruzada contra el Hambre. Secretaría de Gobernación. 22/01/2013.
- Eguiarte L. E., Souza V., Silva-Montellano A. 2000. Evolución de la familia Agavaceae : filogenia, biología reproductiva y genética de poblaciones. Bol. Soc. Bot. México. 66:131-150.
- Esparza-Frausto G., Macías-Rodríguez F. J., Martínez-Salvador M., Jiménez-Guevara M. A., Méndez-Gallegos S. de J. 2008 Insectos comestibles asociados a las magueyeras en el ejido Tolosa, Pinos, Zacatecas, México. Agrociencia. 42(2): 243-252.
- Fierro P. M., Tinajero A. S. 1997. Situación de los escamoleros: perspectivas de organización (estudio de caso en el altiplano mexicano). Departamento de Sociología Rural. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 100 p.
- Franco M., I. 1995. Conservación *In situ* y *Ex situ* de las agávaceas y nolináceas mexicanas. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 57:27-36.
- García M. A. J. 2007. Los agaves de México. Ciencias. 87:14-21.
- Gentry, H. S. 1982. Agaves of Continental North America. The University of Arizona Press. Tucson, USA. 670 p.
- Hernández H. M. 2006. La vida en los desiertos mexicanos. Colección la Ciencia para todos. FCE, SEP, CONACYT, CAB. Fondo de Cultura Económica. México. 188 p.
- INEGI. 2010. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Pinos, Zacatecas.
- Juárez O. A. J., Ramos-Elorduy J., Pino M. J. M. 2012. Insectos comestibles en algunas localidades en la región centro del Estado de México: técnicas de recolección, venta y preparación. Dugesiana. 19(2):123-133.
- Martínez-Salvador, M., Rubio-Arias, H., Ortega-Rubio, A. 2005. Population structure of Maguey (*Agave salmiana* spp. *crassispina*) in southeast, Zacatecas, Mexico. Arid Land Res. Manag. 19:101-109.
- Miranda R. G., Quintero S. B., Ramos R. B. 2011. La recolección de insectos con fines de alimenticios en la zona turística de Otumba y Teotihuacán, Estado de México. Pasos, Revista de Turismo y Patrimonio Cultural. 9(1):81-100.
- Morales, C. N., Esparza F. G., Cervantes H. J. 2002. Plan de desarrollo para la región agavera del sureste de Zacatecas. SE/ SEDEZAC/SEDAGRO/ Universidad Autónoma Chapingo. 88 p.
- Narváez-Zapata J. A., Sánchez-Teyer. L.F. 2006. Agaves as a raw materials: recent technologies and applications. Recents Patters on Biotechnology. 3:185-191.
- Nobel P. S. 1998. Los incomparables agaves y cactus. Ed. Trillas. México. 211 p.
- Ramos-Elorduy J. 2006. Threatened edible insects in Hidalgo, Mexico and some measures to preserve them. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine. doi:10.1186/1746-4269-2-51
- Ramos E. J., Pino, J. M., Conconi. M. 2006. Ausencia de una reglamentación y normalización de la explotación y comercialización de insectos comestibles en México. Folia Entomológica Mexicana. Sociedad Mexicana de Entomología, A.C. Xalapa, México. 45: 291-318.
- Ramos-Elorduy J., Costa N. E.M., Pino J. M., Cuevas C., M. del S., García-Figueroa J. 2007. Conocimiento de la entomofauna útil en el poblado La Purísima Palmar de Bravo, Estado de Puebla, México. Biotemas, 20 (2): 121-134.
- Romo G. A. 1999. Los escamoles (*Liometopum apiculatum*), como una alternativa de alimentación e ingresos económicos, en el municipio de San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo. Departamento de Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 73 p.
- Rzedowski R.J. 1978. Vegetación de México. LIMUSA. México D.F. 432 p.
- Santos-Fita D., Sánchez-Salinas S., Fuentes J. A., Costa-Neto E.M. 2006. Etnoentomología en el municipio de San Antonio Cuaxomulco, Tlaxcala, México: un estudio de caso sobre los diferentes usos que se le dan a los "insectos". Sitientibus Serie Ciencias Biológicas (Etnobiología). 6:72-79
- SPSS Statistics Base Software. V.17.0. SPSS México. Insurgentes Sur 933, piso 1. México, D.F. 03810.
- Tarango A. L. A. 2012. Los escamoles y su producción en el Altiplano Potosino-Zacatecano. RESPYN. Revista Salud Pública y Nutrición. Edición Especial 04. pp:139-144
- Tinajero A. S. 1999. Organización social y recursos naturales alternativos (insectos comestibles) en los estados de Puebla y Tlaxcala. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 234 p.
- Trejo T. B. I., Morales F. F. J. 2009. Manual para la elaboración de una encuesta rural. Comunidades rurales agrarias, ejidos y conocimiento local. Colegio de Posgraduados. LPI 13: Comunidades Rurales Agrarias, Ejidos y Conocimiento Local. México. 95 p.
- UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México). 1970. Carta de Climas «San Luis Potosí 14 Q-I» escala 1:500,000. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. Secretaría de la Presidencia. Gobierno de la República.
- Viesca G. F. C., Romero C. A.T. 2009. La Entomofagia en México. Algunos aspectos culturales. El Periplo Sustentable. Espacio de análisis y reflexión sobre turismo Sustentable. Universidad Autónoma del Estado de México. 16:57-83.
- Viesca G. F. C., Barrera G. V. D., Juárez O. A.J.A. 2012. La recolección, venta y consumo de insectos en Toluca, México y sus alrededores. Rosa dos Ventos. 4(II): 208-221.

Características industriales de

Maíces (*Zea mays* L.)

pigmentados de Chiapas

Cruz-Chávez, F.J.¹; Cadena-Iñiguez, P.¹; Salinas-Moreno, Y.²; Garrido Ramírez, E.R.¹

¹Campo Experimental Centro de Chiapas. ²Campo Experimental Valle de México; Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México Av. Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina, Delegación Coyoacán, México D.F. 04010.

Autor responsable: cadena.pedro@inifap.gob.mx

RESUMEN

En la actualidad, la sociedad urbana y periurbana está inmersa en procesos de estrés y de alimentación que favorecen diferentes padecimientos, tales como el cáncer y la diabetes, entre muchas otras. Como medida preventiva a estos padecimientos, la sociedad ha vuelto su mirada al consumo de alimentos sanos, en cuya composición sobresalgan nutrimentos o metabolitos secundarios que coadyuvan a la prevención de problemas de salud humana. Los maíces pigmentados se han considerado preventivos en padecimientos como el cáncer de colon, inhibiendo la proliferación de células malignas, y constituyen una buena oportunidad para rescatar la riqueza y herencia biocultural en muchas partes de México. En este artículo se destaca el trabajo realizado en Chiapas para el rescate y las pruebas a diversas variantes biológicas de maíces pigmentados (*Zea mays* L.), para determinar propiedades nutraceuticas e industriales.

Palabras clave: antocianinas, pigmentos, antioxidantes



INTRODUCCIÓN

En México se cultiva maíz (*Zea mays* L.) en ocho millones de hectáreas, de los que se obtienen más de 18 millones de ton año⁻¹. En 2007, el estado de Sinaloa ocupó el primer lugar en la producción nacional al generar 5.13 millones de ton, lo que representó 22% de la producción nacional. El rendimiento promedio por hectárea en dicho estado fue de 8.7 t ha⁻¹, siendo el más alto a nivel nacional. El estado de Chiapas ocupó el sexto lugar con 6.5%, (financiera Rural 2009) y, según la Cámara Nacional del Maíz Industrializado (CANAMI, 2009), el maíz es el principal cultivo en el sistema campesino al que se dedican cerca de dos millones de productores, de los cuales 85% cuentan con parcelas menores a cinco hectáreas en 1,847 municipios; es el cultivo más abundante, ocupa poco más de la mitad de la superficie cultivable, y se calcula que ocho de cada diez productores agrícolas siembran esta especie.

Usos de maíz

Actualmente el maíz se utiliza como fuente fundamental en la nutrición de seres humanos y animales (Benz, 2001). Existen más de 3,500 usos para los productos que se extraen del maíz y, en muchas ocasiones, los productos finales conseguidos son más ecológicos que otros derivados del petróleo. Los granos, hojas, flores y tallos son aprovechados para la fabricación de productos tales como, jabones, cosméticos y lociones para el afeitado (Martínez, 2000). Alimentos como mermeladas, té y café instantáneo suelen tener subproductos del maíz (maltodextrina) en su composición; los pasteles hechos en casa están constituidos de levaduras derivadas de éste (Espinosa, 2003), y cerca de 85 diferentes tipos de antibióticos lo utilizan en su fórmula. De igual forma, casi todas las bebidas carbonatadas emplean edulcorantes obtenidos del maíz; asimismo, papel, cartón, madera, pegamentos y tintas son tratados con algún derivado del mismo (Martínez, 2000; Jaakola *et al.*, 2002).

Antocianinas en el maíz

Estudios epidemiológicos efectuados en varios países evidencian que el consumo de frutos y vegetales reducen enfermedades coronarias, además de minimizar los riesgos de cáncer. Esto se atribuye a que existen algunos componentes fenólicos de origen vegetal que presentan actividades antioxidantes dentro de las células, que reducen la concentración de radicales libres (Cuevas *et al.*, 2008, Zhao *et al.*, 2009). Se sabe que los agentes antioxidantes que se encuentran en alimentos pueden reducir trombosis, activar macrófagos e inhibir la tendencia a la peroxidación (Block *et al.*, 1992); entre estos compuestos se hallan las antocianinas (Kong *et al.*, 2003), cuya acción antioxidante puede dar respuesta a la constante producción de compuestos que dañan estructuras biológicas, atenuando los efectos dilatorios por medio de la acción de sistemas antioxidantes, entendidos éstos como sustancias que, al estar presentes en bajas concentraciones comparadas a los de un sustrato oxidable, previenen o retardan la oxidación de dicho sustrato y protegen a los sistemas biológicos frente a efectos potencialmente perjudiciales (Haliwell, 1999; Wang *et al.*, 1999; Zhao *et al.*, 2009).

Las antocianinas se diferencian de otros polifenoles por poseer azúcares dentro de sus grupos funcionales y porque en su mayoría presentan varios grupos-OH (Gross, 1987; Fossen *et al.*, 1998). Las diferencias entre las antocianinas dependen del número de grupos hidroxilos y de azúcares que están unidos a las moléculas, así como a la posición de esa unión, naturaleza y número de ácidos aromáticos unidos al azúcar en la molécula (Kong *et al.*, 2003; Pietta, 2000). Las antocianinas son el grupo más importante de pigmentos solubles al agua y se definen como flavonoides fenólicos, y los colores de los frutos, flores y verduras se deben a la presencia de estos pigmentos (Aoki *et al.*, 2002), que cumplen la función de atraer insectos y pájaros para propósitos de polinización y dispersión de semillas (Figura 1).



Figura 1. Gama de colores de maíces (*Zea mays* L.) atribuido a contenido de antocianinas.

El interés actual por las antocianinas se debe a sus beneficios para la salud ya que son considerados como antioxidantes naturales (Wang *et al.*, 1997; Salinas *et al.*, 2005) y, según Lee *et al.* (1997), tienen capacidad de atrapar radicales libres, que ocasionan daño a las biomoléculas. El color particular de cada antocianina depende del número y orientación de los grupos hidroxilos y metoxilos. Un incremento en la hidroxilación produce un color azul, mientras que un incremento en la metoxilación produce un color rojo (Rodríguez y Wrolstad, 2001; Cuevas *et al.*, 2008). De todas las antocianinas existentes, sólo las siguientes seis son de interés en los alimentos: pelargonidina, cianidina, delphinidina, peonidina, petunidina y malvidina (Gross, 1987; Jaakola *et al.*, 2002; Salinas *et al.*, 2005; Cuevas *et al.*, 2008). El color de las antocianinas está afectado por diversos factores, entre los

que destacan el pH de la célula, el efecto de copigmentación determinado por la presencia de otros flavonoides, la temperatura y la luz (Rodríguez y Wrolstad, 2001; Salinas *et al.*, 2005; Cuevas *et al.*, 2008) (Figura 2).

Propiedades nutraceuticas de las antocianinas

Las antocianinas poseen propiedades farmacológicas empleadas para la terapia de diversas enfermedades (Wagner, 1982; Wang *et al.*, 1997) y protegen neutralizando las enzimas que destruyen el tejido conectivo, previniendo su oxidación y también separando las proteínas dañadas en las paredes de vasos sanguíneos (Lee *et al.*, 1997), además de tener actividad anti inflamatoria que coadyuva en reacciones alérgicas (Zhao *et al.*, 2009). Gracias a lo anterior, las antocianinas son catalogadas como agentes nutraceuticos (Agama *et al.*, 2004; Pietta, 2000) y, debido al interés de la sustitución de los colorantes sintéticos por su posible toxicidad (Salinas *et al.*, 2005), se buscan fuentes naturales como las registradas en los maíces pigmentados.

Cuadro 1. Clasificación del maíz por su dureza mediante el índice de flotación.

Índice de flotación (%)	Clasificación	CAT (mg kg ⁻¹)
0 - 12	Maíces muy duros (MD)	231 - 522
13 - 37	Maíces duros (D)	213 - 728
38 - 62	Maíces intermedios (I)	294 - 768
63 - 87	Maíces suaves (S)	213.5 - 908
88 - 100	Maíces muy suaves (MS)	348 - 804

Los maíces pigmentados

La presencia de antocianinas en las variantes pigmentadas de maíz las hace ser un producto potencial para el suministro de colorantes y antioxidantes naturales (Halliwell, 1999; Salinas *et al.*, 2005). La demanda del maíz destinado al proceso de nixtamalización vía industrial, así como la formación de productos nixtamalizados ha crecido en los últimos años (Agama *et al.*, 2004; Bressani *et al.*, 2001). El almidón tiene un papel muy importante en las propiedades fisicoquímicas funcionales y nutricionales de productos a base de maíz, como tortillas, botanas y cereales para desayuno (Salinas *et al.*, 2003; Agama *et al.*, 2004). El contenido de antocianinas totales (CAT) y la actividad antioxidante de maíces de grano azul fueron registrados con base en la dureza del endospermo (Cuadro 1) (Gomes, 1993).



Figura 2. Maíz azul y rojo (*Zea mays* L.) atribuido a incremento en la hidroxilación o incremento en la metoxilación, respectivamente.

Dentro de la clasificación popular existen los de color rojo oscuro, llamados “guindas”, cuyo CAT con endospermo generalmente duro (Figura 3) registró valores de entre 70.56 a 232.84 mg kg⁻¹, y se clasifican como bajos comparados con los de los azules, que se atribuye a que el pigmento en estos últimos se ubica en la capa de aleurona, mientras que en los “guindas” se ubica en el pericarpio (Cruz *et al.*, 2009).

La actividad antioxidante de los extractos de maíces de grano azul, rojos y guindas se determinó mediante el método del radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo (DPPH), que es relativamente estable y presenta una coloración púrpura. Durante la reacción del radical, el color púrpura del DPPH desaparece gradualmente hasta tornarse amarillo (Mosquera *et al.*, 2005) y, de acuerdo con los datos obtenidos en la cuantificación de antocianinas y el porcentaje de DPPH reducido, se observa que a mayor contenido de antocianinas hay un mayor porcentaje de DPPH reducido.

Calidad industrial de los maíces pigmentados de Chiapas

Para ser aceptada por el consumidor, una tortilla debe reunir características de aroma, sabor, flexibilidad y textura adecuada que le permita ser doblada y enrollada. Estas propiedades sensoriales y mecánico-plásticas dependen de muchos factores, como son variedad de maíz, temperatura, tiempo de cocción y pH (Badui, 1999; Billeb y Bressani, 2001; Salinas *et al.*, 2003 y Cuevas *et al.*, 2008).

El porcentaje de sólidos determina la cantidad que se pierde (sean solubilizados o desprendidos durante la etapa de cocción) y la cantidad de agua absorbida tiene influencia en el rendimiento; por ejemplo, en maíces de color azul ésta varía de 2.7% a 4.4% y ninguno de los azules que fue-

ron evaluados tuvo una pérdida de sólidos superior a 5%, que es el máximo permitido. En los de color rojo sí fueron mayores a 5%, aunque en algunos fueron inferiores a 4.2%, incluso de hasta 2.2%; en los guindas fue inferior a 3.8%.

Uno de los aspectos más importantes en la obtención de tortillas es el rendimiento maíz-tortilla; un valor adecuado para considerar al maíz con calidad nixtamalera

debe ser mayor o igual a 1.8. En Chiapas existen maíces de color azul cuyo rendimiento es superior a 1.8, aunque también los hay con valores de 1.5, debido en parte a la pérdida de sólidos. En el caso de los maíces rojos, el rendimiento en masa fue de 1.8 a 1.9 y en los guindas de 1.6 a 2.0. El rendimiento adecuado en tortilla fría debe ser mayor o igual a 1.5 y al menos dos de los maíces azules muestreados cumplieron con este parámetro; otros presentaron buen rendimiento de tortilla, pero no cumplieron con el resto de los estándares de calidad nixtamalera. Para el caso de los maíces rojos, el rendimiento de tortilla fría fue de entre 1.2 y 1.5, y únicamente en uno de estos últimos fue adecuado (mayor o igual a 1.5); en otro más fue alto en masa, pero no en rendimiento de tortilla y, por lo general, las tortillas elaboradas con maíces rojos no presentaron humedad de tortilla (mayor o igual al 43%), ya que los evaluados registraron un rango de 38.9% a 42.9%.

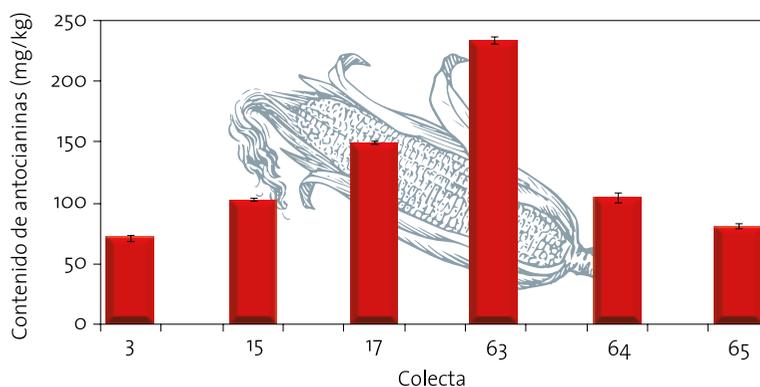
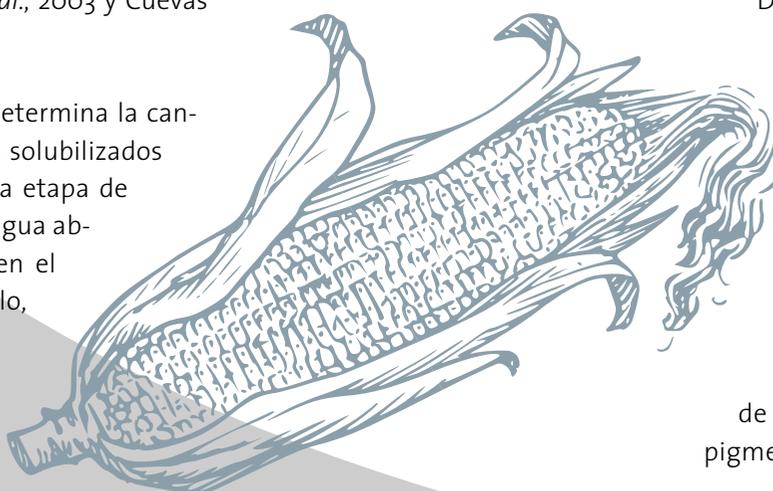


Figura 3.

De los maíces guindas, sólo uno registró rendimiento de tortilla de 1.5 y cumple con todas las variables de nixtamalización necesarias para considerarse con calidad masa-tortilla. En el resto, los valores son de entre 1.3 a 1.4. Se puede considerar que los maíces pigmentados de Chiapas tienen



buena calidad masa-tortilla y que el color de la tortilla está en función tanto de las características propias del grano en las que se incluyen, color, facilidad de desprendimiento de pericarpio, proceso de nixtamalización empleado, donde se considera la cantidad de álcali usada y la intensidad de los enjuagues del nixtamal. En los maíces pigmentados se presenta un cambio en el color, debido a la interacción de las antocianinas con el óxido de calcio; éstas cambian de color cuando forman complejos, quelatos o sales con iones de sodio, potasio, calcio, magnesio, etcétera (Badui, 1999, Salinas *et al.*, 2003).

Maíces azules

La evaluación de color en tortilla es importante, ya que existen grupos de consumidores con preferencias específicas; los valores de luminosidad (L) en los maíces de color azul se encuentran entre 43.44 y 57.95, colecta 47, mientras que el promedio de éste en las tortillas elaboradas con estos maíces fue de 49.68. (Cuadro 2, Figura 4).

La brillantez en las tortillas elaboradas a partir de grano color rojo va desde 59.73 hasta 73.94, colecta 14. La brillantez es superior a la de las tortilla azules, ya que el color es menos intenso. El valor promedio de L fue de 65.78 (Figura 5).

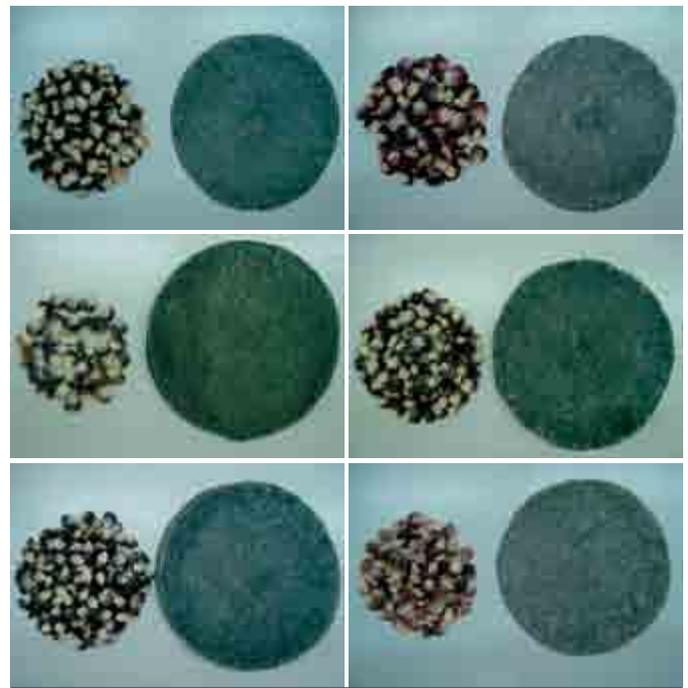


Figura 4. Color de tortilla obtenida de maíces azules con diferente tonalidad.

Cuadro 2. Atributos de color en tortillas elaboradas a partir de maíces de color azul

Accesión	L	a	b	± desviación estándar
2	53.47	-3.06	4.84	1.04
8	53.81	-4.61	2.28	1.32
9	46.68	-3.66	1.50	0.8
10	43.54	-4.35	2.10	1.41
19	53.25	-4.49	2.43	0.48
21	47.18	-3.59	0.75	0.36
25	56.47	-2.52	1.80	1.1
26	48.47	-3.81	0.76	0.83
30	56.16	-5.42	5.35	0.98
35	49.88	-5.34	2.47	0.8
42	43.44	-4.69	0.67	0.56
43	44.72	-4.63	-2.40	0.77
44	45.06	-4.58	-1.47	1.46
45	47.64	-3.80	0.79	0.3
47	57.95	-2.89	4.84	0.43



Figura 5. Color de tortilla obtenida de maíces rojos con diferente tonalidad.

Maíces de color “guinda” (rojo oscuro)

Las tortillas elaboradas a partir de maíces guindas tuvieron una luminosidad de 36.36, y los que tuvieron una luminosidad inferior a 41 son aquellos con los que se elaboran tortillas con un color guinda intenso (Figura 6).

La mayor luminosidad en estos maíces tuvo un valor de 64.97 y el promedio de 48.66. En maíces de color rojo y guinda, el pigmento se encuentra en el pericarpio, por lo que hay una importante pérdida durante la nixtamalización, debido a que el pericarpio se solubiliza. Las tortillas elaboradas con éstos últimos presentan un color poco atractivo, ya que desarrollan colores cafés; sin embargo, las accesiones guindas tendieron a generar color rojizo (Cruz *et al*, 2009).

Textura

La textura puede ser definida como una manifestación de las propiedades reológicas de un alimento. Es un atributo muy importante que afecta al proceso de producción, manejo e influye en los hábitos alimenticios y, por tanto, en la elección final del consumidor. La textura de un alimento está en términos de sus características mecánicas y geométricas; la primera se refiere a la reacción del alimento ante el esfuerzo y se subdivide en primarios, como la cohesión, viscosidad, reconstrucción y adhesividad; dentro de los secundarios se encuentran lo quebradizo, correoso y gomoso. Los constituyentes de los alimentos tienen la capacidad de interactuar a través de sus diferentes grupos, dando como resultado la formación de una estructura tridimensional estable que se refleja en el estado físico, apariencia y textura. Es preferible utilizar métodos instrumentales para evaluar la textura de alimentos en lugar de Análi-



Figura 6. Color de tortilla obtenida de maíces guindas con diferente tonalidad.

sis Sensorial (AS), puesto que pueden realizarse bajo condiciones mucho más definidas y controladas. Para el presente estudio se empleó el texturómetro (TX), obteniendo curvas de fuerza contra tiempo, con lo cual se

calcula la fuerza y elongación de la tortilla (Figura 7).

Se define como dureza a partir de que inicia la aplicación de la fuerza hasta alcanzar el máximo, que es la fuerza

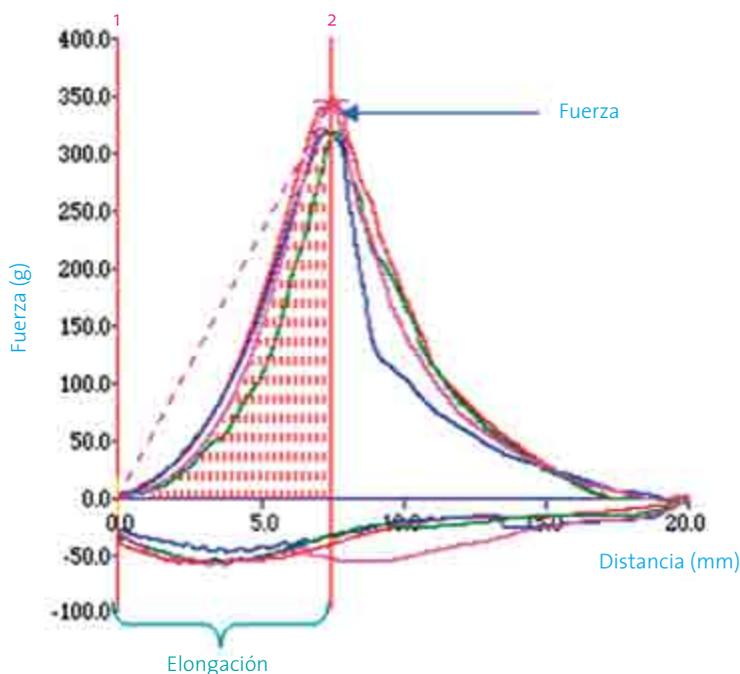


Figura 7. Curva característica del texturómetro.

de ruptura. La pendiente de la curva de fuerza a la tensión, desde el inicio hasta el punto de ruptura de la tortilla, se considerará como la elasticidad. La elongación de la tortilla es considerada como la distancia desde el inicio de la prueba hasta su punto de rompimiento.

El Cuadro 3 presenta los valores de fuerza para las tortillas elaboradas con maíces de color azul, las cuales presentaron valores de fuerza de 220.2 a 599 gf, con promedio de 370.4 gf. De acuerdo con estos datos, las tortillas que requieren una menor fuerza son suaves, mientras que las que requieren mayor fuerza son consideradas como duras. Es deseable que no sean muy duras, pero tampoco muy suaves ya que se desea una textura intermedia para la masticación; de acuerdo con los datos obtenidos, las tortillas con fuerza de entre 300 y 400 son agradables. Seis de los maíces azules evaluados se encuentran entre estos valores.

Elongación se refiere a las propiedades elásticas de las tortillas antes del corte o ruptura de la tortilla; es decir,

Cuadro 3. Textura de las tortillas elaboradas con maíces de color azul.

Accesión	Fuerza	Elongación (mm)	Error fuerza	Error elongación
2	479.4	7.2	2.3	0.4
8	220.2	7.6	4.0	0.1
9	449.5	7.6	6.0	0.4
10	339.5	6.9	12.6	0.1
19	298.2	9.3	14.8	0.3
21	289.3	7.9	19.3	0.1
25	331.0	7.4	1.5	0.3
26	599.0	8.2	11.8	0.0
30	362.7	8.2	3.5	0.0
35	321.6	7.5	0.7	0.1
42	255.8	7.0	1.1	0.1
43	385.6	8.1	11.5	0.3
44	555.9	10.1	4.6	0.2
45	368.7	8.5	7.1	0.3
47	423.5	7.1	6.2	0.0
52	322.0	6.9	11.8	0.0
68	315.9	7.3	17.1	0.4
73	421.3	8.5	3.8	0.1
78	381.4	8.6	7.8	0.4
80	288.4	7.9	5.1	0.5

cuánto resisten antes de romperse, los valores de elongación se encuen-

tran entre 6.9 mm a 10.1 mm. Sólo un tipo de maíz colectado presentó mayor resistencia al corte. Una elongación agradable se considera de entre 7.6 a 8.9, y siete de los maíces azules muestreados se encuentran dentro de ese rango.

La fuerza de la tortilla de maíz rojo fue de 256 a 518 gf, y seis tipos de éstos registraron valores de 300 a 400 g de fuerza; la elongación varió de 6.5 a 10.1 mm (Cuadro 4).

La fuerza de las tortillas guindas varió de 285.3 a 454.3 gf; tres de los maíces colectados tuvieron una fuerza de 300 a 400 gf. La elongación en tortillas elaboradas con maíces de dicho color fue de 8.4 a 10.3 mm (Cuadro 5).

Cuadro 4. Textura de las tortillas elaboradas con maíces de color rojo.

Accesión	Fuerza	Elongación (mm)	Error fuerza	Error elongación
14	437.3	6.7	0.8	0.1
16	393.6	6.5	2.3	0.1
18	256.9	6.5	1.1	0.1
22	256.2	7.5	8.2	0.2
27	329.6	7.4	4.6	0.1
29	421.2	8.9	2.2	0.2
39	422.5	7.6	6.7	0.3
41	380.0	8.5	5.1	0.1
51	355.2	10.1	8.1	0.1
58	323.2	10.0	1.7	0.1
67	518.0	9.4	7.0	0.2
74	395.3	8.4	3.4	0.3

Cuadro 5. Textura de las tortillas elaboradas con maíces de color guinda.

Accesión	Fuerza	Elongación (mm)	error fuerza	error elongación
3	378.3	9.4	0.9	0.6
15	371.0	10.3	12.8	0.2
17	443.0	9.7	3.4	0.1
63	454.3	9.0	9.8	0.4
64	285.3	8.6	6.2	0.1
65	322.6	8.4	3.4	0.0

CONCLUSIONES

Con las características analizadas se puede considerar que existen al menos dos maíces de color azul y dos rojos o guindas que, además de las características industriales, son aptos para el consumo y la elaboración de tortillas y que, además, contienen una cantidad aceptable de antocianinas que pudieran coadyuvar mediante el consumo sistemático y siguiendo una dieta baja en grasas de origen animal a reducir riesgos en la salud humana.

LITERATURA CITADA

- Agama A. E., Marie-Astrid Ottenhof., F. Imad, M., O. Paredes L., J. Ortiz C., y L. Bello P. 2004. Efecto de la nixtamalización sobre las características moléculas del almidón de variedades pigmentadas de maíz. *Interciencia* Vol. 29(11):643-649.
- Aoki H., Kuze N., Kato Y. 2002. Anthocyanins isolated from purple corn (*Zea mays* L.) Foods ingredients. *J. Japan*. Vol.199: 41-45.
- Badui S.D. 1999. *Química de los Alimentos*. Ed. Pearson Educación. México. Pp. 35-42.
- Benz B.F. 2001. Archaeological evidence of teosinte domestication from Guilá Naquitz. *PNAS*. 98 (4): 2104-2106.
- Billeb de Sinibaldi A.C., Bressani R. 2001. Características de cocción de once variedades de maíz. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* Vol.51 (1): 86-94.
- Block G. Patterson B., Subar A. 1992. Fruit, vegetables and cancer preventions: a review of the epidemiological evidence. *Nutr. Cancer* 18:1-29.
- Bressani R., Turcios J., Reyes L. J., Mérida R. 2001. Caracterización física y química de harinas industriales nixtamalizadas de maíz de consumo humano en América Central, *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. Vol. 51(3):309-313.
- CANAMI. 2009. Estadísticas Nacionales de la producción y destino del maíz en México. Cámara Nacional del maíz industrializado 5p.
- Cruz Ch. F.J., Salinas M.Y., Cadena I.P., Garrido R. E.R. 2009. Informe final del proyecto "Estudio de las propiedades nutraceuticas, industriales y genéticas de los maíces criollos pigmentados en Chiapas. INIFAP-CIRPAS-CECECH. Ocozocoautla de Espinosa.
- Cuevas M.E., Antezana A., Winterhalter P. 2008. Análisis y caracterización de antocianinas en diferentes variedades de maíz (*Zea mays*) Boliviano. *In: Memorias Red-Alfa Lagrotech*. (Comunidad Europea). Cartagena, Colombia. Pp. 79-95.
- Espinosa G.B.B. 2003. Antocianinas en maíces de grano pigmentado (*Zea mays* L.) y medición de su actividad antioxidante. Tesis de licenciatura. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad autónoma Chapingo. 45p.
- Financiera Rural. 2009. Monografías del maíz grano. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. México D.F. 2 p.
- Fossen T., Cabrita L., Andersen O.M. 1998. Colour and stability of pure anthocyanins influenced by pH including the alkaline region. *Food Chemistry* 63(4): 435-440.
- Gomes H.J. 1993. Métodos comparativos para determinar dureza en maíz (*Zea mays* L.) y su influencia en el tiempo de nixtamalización. Tesis de licenciatura. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo. México. 65p.
- Gross J. 1987. *Pigments in fruits*. Academic Press N.Y. Pp. 59-63.
- Halliwell B. 1999. Antioxidant defense mechanisms: from the beginning to the end (of the beginning). *Free Radic Res*. Vol. 31 (4): 261-72.
- Jaakola L., Määttä K., Pirttilä A.M., Törrönen R., Kärenlampi S., Hohtola A. 2002. Expression of genes involved in anthocyanin biosynthesis in relation to anthocyanin, Proanthocyanidin and Flavonol levels during bilberry fruit development. *Plant Physiology*.130:729-739.
- Kong J.M., Chia L.S., Goh N.K., Chia T.F., Brouillard R. 2003. Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry* Vol. 64: 923- 933.
- Lee L.S. Chang E.U., Rhim J.W., Ko B.S., Cho S.W. 1997. Isolation and identification of anthocyanins from purple sweet potatoes. *J. Food Sci. Nutr*. 2:83-88.
- Martínez C.V. 2000. El maíz, sus propiedades alimentarias y medicinales del maíz En: *El mundo de las plantas*. Botanical-online. España. Pp. 5-12.
- Mosquera M.O., Niño O.J., Correa M.Y., Buitrago B.D.C. 2005. Estandarización del Método de Captura de Radicales Libres para la Evaluación de la Actividad Antioxidante de Extractos Vegetales. *Scientia et Technica*. 11:125-132.
- Pietta P.G. 2000. Flavonoids as antioxidants. *J. Nat. Prod*. Vol. 63 (7): 1035-1042.
- Rodríguez-Saona L. Wrolstad R.E. 2001. Extraction, Isolation and Purification of Anthocyanins. *In: Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. John Wiley and sons. Pp. 1-45.
- Salinas M.Y., Martínez B F., Soto H.M., Ortega P.R., Arellano V J.L. 2003. Efecto de la nixtamalización sobre las antocianinas del grano de maíces pigmentados. *Agrociencia*. Vol.37 (6): 617-628.
- Salinas M.Y., Rubio H.D., Díaz-Velázquez A. 2005. Extracción y uso de pigmentos del grano de maíz (*Zea mays* L.) como colorante del yogur. *Archivos latinoamericanos de nutrición*. 55(3): 125-1129.
- Vazquez J.L. 2003. Efecto de la nixtamalización sobre las antocianinas del grano de maíces pigmentados. *Agrociencia*. 37:617-628.
- Wagner G.J. 1982. Cellular and subcellular localization in plant metabolism. Recent advance in Phytochemistry. Creasy L. L and Hrazdina G. (eds). Plenum Press, New York and London. Pp.1-45.
- Wang H., Cao G., Prior R.L. 1997. The oxygen radical absorbing capacity and anthocyanins. *J. Agric. Food Chem*. 45:304-309.
- Wang H., Fair M.G., Chang Y.C., Booren A.M., Gray J.I, Dewitt D.L. 1999. Antioxidante and anti-inflammatory activities of anthocyanins and their aglicons, cyanidin, from a tart cherries. *J. Nat. Prod*. 62(2):294-296.
- Yau J.C., Waniska R.D., Rooney L.W. 1994. Effects of food additives on storage stability of corn tortillas. *Cereal Foods World*. 39:396-402.
- Zhao X., Chao-Zhang C., Guigas Yue M., Corrales M., Tauscher B., Xiaosong H. 2009. Composition, antimicrobial activity, and antiproliferative capacity of anthocyanin extracts of purple corn (*Zea mays* L.) from China. *Eur Food Res. Technol*. 228:759-765.



ÁREAS POTENCIALES PARA EL CULTIVO DEL AGUACATE (*Persea americana* L.) CULTIVAR "HASS" EN EL ESTADO DE GUERRERO, MÉXICO

Garrido-Ramírez, E.R.¹; Noriega-Cantú D.H.²; Gutiérrez-Del Valle, A.²; González-Mateos R.³; Pereyda-Hernández J.³; Domínguez-Márquez V.M.³; López-Estrada M.E.⁴; Alarcón-Cruz N.²; Valentín-Benigno A.²; Leyva-Mayo A.².

¹INIFAP Campo Experimental Centro de Chiapas, Km 3.0 carretera Ocozocoautla-Cintalapa, Ocozocoautla Chis cp29140. ²INIFAP Campo Experimental Iguala. ³Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Ambientales-UAG. ⁴D.G.E.T.A. Brigada 90.

*Autor responsable: garrido.eduardo@inifap.gob.mx

RESUMEN

El interés por el cultivo de aguacate en el estado de Guerrero se ha intensificado en los últimos años, siendo "Hass" el cultivar de mayor demanda por los productores. Sin embargo, este incremento en la superficie de plantaciones comerciales no ha considerado los requerimientos de la planta en cuanto a clima y suelo, encontrándose plantaciones fuera del área de adaptación para una producción exitosa. El objetivo del estudio fue delimitar geográficamente las áreas con potencial para la producción del aguacate "Hass" en el estado de Guerrero, México, como una herramienta de planeación para nuevas plantaciones o para reconversión productiva en zonas no potenciales. Se generaron bases de datos sobre clima y suelo en el estado, y mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica se combinaron los requerimientos ambientales (clima y suelo) del cultivo y se definieron y cuantificaron las áreas óptimas para la producción de aguacate "Hass" en Guerrero, estimándose en 696,718 ha las que reúnen estas condiciones.

Palabras clave: *Persea americana*, regionalización, sistemas de información geográfica.

INTRODUCCIÓN

La demanda creciente por aguacate en el mercado nacional e internacional debido a sus excelentes características nutricionales y nutraceuticas, ha propiciado en la última década una expansión en la superficie plantada de este cultivo en México (Salazar *et al.*, 2004; Téliz y Marroquín 2007), que incluye al estado de Guerrero, particularmente en los últimos cinco años. Se considera a Michoacán como el principal productor a nivel nacional de aguacate (*Persea americana*), variedad "Hass", mientras que Guerrero ocupa el quinto lugar, con 2,466 ha sembradas, una producción de 13,409 toneladas, y un rendimiento medio de 6.9 ton ha⁻¹ (SAGARPA-SIAP, 2012). El estado de Guerrero es muy heterogéneo, puesto que se tienen variaciones ambientales como resultado de la combinación de los componentes suelo, clima, topografía, etcétera. Esta combinación de factores físicos y ambientales determina la potencialidad de una zona para una especie vegetal determinada. Los bajos rendimientos reportados en diversos cultivos son, en gran medida, el resultado de una mala planificación territorial al establecer plantaciones en áreas de bajo potencial, por lo que las caracterizaciones agroclimáticas desempeñan un papel determinante en las actividades de planificación y en la toma de decisiones para la implementación de programas agrícolas.

En muchos casos las características ambientales en que se va a desarrollar un huerto han sido ignoradas; éste debe de presentar un grado de adecuación suficiente para asegurar la rentabilidad de los insumos tecnológicos recomendados, lo que ha generado una gran variabilidad en la productividad de los huertos (INIFAP, 1993).

Actualmente se requiere practicar una agricultura más productiva y con un menor nivel de riesgo. La estrategia más clara y precisa es aquella que implica la producción de cultivos en ambientes que provean condiciones que satisfagan los requerimientos agroecológicos de las especies. Lo anterior implica la zonificación de los cultivos que permita identificar áreas y épocas con diferente nivel de aptitud agroecológica, desde marginales, donde el cultivo

difícilmente satisface sus necesidades ecológicas, hasta las óptimas, que satisfacen las exigencias íntegras de la especie (Ruiz *et al.*, 1999).

La zonificación agroecológica es definida como la división de un área en unidades más pequeñas, que tienen características similares relacionadas con su aptitud y potencial de producción (FAO, 1996). Se ha señalado a la zonificación como una herramienta útil para la programación de nuevas tierras que van a estar bajo cultivo, y que la evaluación de los recursos agroclimáticos es un requerimiento fundamental previo a las proyecciones de las tierras (Sánchez-Carrillo, 1999). La zonificación de un cultivo es, pues, el principio de una agricultura sustentable, ya que identifica zonas donde la productividad de los cultivos es agroecológicamente posible y eficiente, donde la entrada de suministro es el mínimo para obtener un rendimiento económicamente rentable y ambientalmente sostenible (Aceves *et al.*, 2008).

Durante el periodo de 1992-2006, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) generó nuevas tecnologías para la regionalización de zonas potenciales de diversos cultivos en diferentes partes de la República Mexicana. Con la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica, las zonas potenciales se han determinado con mayor precisión; asimismo, se han generado nuevos conocimientos agronómicos para mejorar la productividad, rentabilidad y sustentabilidad de diversos cultivos (López *et al.*, 2008). En el caso del aguacate, se determinaron las áreas potenciales para el estado de Michoacán, definiéndose la superficie potencial para este cultivo (INIFAP, 1993; Alcántar-Rocillo *et al.*, 1999), y se realizó la caracterización edafoclimática del área productora del aguacate en Michoacán (Anguiano-Contreras *et al.*, 2003), y se han realizado estudios similares para Venezuela (Córtez-Marín *et al.*, 2005).



En relación con el aguacate cv Hass, las condiciones agroambientales de México propician un desarrollo favorable del árbol y la obtención de fruto casi todo el año. Destacan tres climas, que son: (A) C (w₂) (w), semicálido subhúmedo; (A) C (w₁) (w), semicálido subhúmedo; y C (w₂) (w), templado subhúmedo. La altura sobre el nivel del mar de los huertos de aguacate es determinante para su comportamiento fenológico, influenciando significativamente los ciclos reproductivos y el rango es de 1,200 a 2,400 m de altitud (Vidales *et al.*, 2007).

Las exigencias de temperatura varían dependiendo de la raza; el rango óptimo es de 10 a 35 °C, con uno óptimo para fotosíntesis de 25 a 30 °C. Las temperaturas mayores a 35 °C afectan la floración y fructificación, provocando daños en la fecundación, polinización y desprendimiento del fruto. Las temperaturas bajas menores de 13 °C causan daños a la planta, retardando la apertura y el cierre de las flores (Cortez-Marín *et al.*, 2005; Vidales *et al.*, 2007). La variedad es sensible a heladas y puede presentar daños visibles cuando se expone a 2.2 °C por cuatro horas o más.

El aguacate se puede cultivar sin riesgos en zonas con precipitaciones entre 665 y 2,000 mm año⁻¹. Un factor muy importante para el rendimiento de este cultivo, no solo es la cantidad de lluvia, sino también su distribución durante el ciclo vegetativo. Durante la temporada de lluvias los valores que se registran satisfacen por completo los requerimientos del cultivo (Vidales *et al.*, 2007). La variedad "Hass" requiere de 1,200 a 1,800 mm de lluvia anual (Alfonso, 2008), y se considera como humedad relativa óptima entre 60 y 70% (Cortez-Marín *et al.*, 2005; Vidales *et al.*, 2007), ya que valores de humedad relativa superiores inducen proliferación de antracnosis y cánceres en hojas, tallos y frutos.

El período más crítico en el que la planta debe disponer de suficiente agua es el que incluye desde el "cuajado" de fruto (llenado) hasta la cosecha; y sequías prolongadas pueden provocar caída de hojas, muerte del polen con efectos negativos sobre la fecundación y, con ello, la formación de menor número de frutos. El exceso de precipitación durante la floración y la fructificación redu-

cen la producción y provocan la caída del fruto (Alfonso, 2008).

El aguacate se adapta a una amplia gama de suelos, desde los casi totalmente arenosos, hasta los arcillosos, siempre que posean un buen drenaje interno; sin embargo, la textura más recomendada es la franca ya que las texturas arcillosas tienden al encharcamiento (Amortegui, 2001). Es aconsejable disponer de al menos 0.8-1.0 m de suelo de buena estructura sobre un subsuelo poroso, para garantizar una larga vida del árbol. Es conveniente que el contenido de materia orgánica sea de 2.5 a 5% para una buena estructura que permita la porosidad y, consecuentemente, las proporciones adecuadas de aire y agua en el suelo serán adecuadas (Alfonso, 2008). Es muy sensible al encharcamiento, lo que produce asfixia radical y favorece el crecimiento de hongos que provocan la pudrición de la raíz por *Phytophthora cinamomi* (Cortez-Marín *et al.*, 2005). El pH de 6.5 es aceptable, ya que habrá una buena absorción de nutrimentos. La salinidad no debe ser mayor que 3 dS m⁻¹ ya que, de lo contrario, ocurrirán efectos tóxicos de cloruro de sodio y magnesio, produciendo quemaduras en las puntas de hojas. En cuanto a la pendiente, puede oscilar entre el plano no inundable hasta pendientes menores a 70%.

El estado de Guerrero se caracteriza por poseer diferente morfología en su relieve, que influye en los tipos de clima y suelos prevalentes, particularmente en la cantidad y distribución de la precipitación, variación de la temperatura, de la evaporación y la humedad relativa. Respecto al suelo, se observa gran variación en tipo de suelos, diferenciados por su profundidad, textura, estructura, color, densidad aparente y contenido de materia orgánica. Debido a lo anterior, el objetivo del estudio fue delimitar geográficamente las áreas de alta potencialidad para la producción del aguacate cv "Hass" en el estado de Guerrero, con la finalidad de brindar a los tomadores de decisiones una herramienta de planificación para la extensión de áreas nuevas, así como en la renovación de huertas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la caracterización de las áreas con potencial productivo se procesaron bases de datos con diferente resolución espacial y temporal. El procesamiento de la base de clima permitió generar los valores medios de todos los años considerados por estación y por variable; a partir de esta información se generaron los mapas interpolados que sirvieron de soporte para la elaboración de los mapas de potencial productivo con las variables: tipo

de clima (García, 1973), altitud (INEGI, 2001), régimen térmico (temperatura máxima, mínima, media, precipitación media anual).

Medio físico

Del proceso de la base de datos de suelos (digitalización de cartas edafológicas 1:50,000) del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 1993), se elaboró tanto el mapa de profundidad de suelos (a partir de las fases físicas) como los de tipos de suelos, y a partir del Modelo de Elevación Digital del Terreno (INEGI 2001) se obtuvieron los mapas de pendiente del terreno y altitud sobre el nivel del mar. De este modo, se generaron bases de datos digitales del medio físico para poder realizar la siguiente etapa de obtención de potencial productivo por el método booleano.

Procesamiento de la base de datos climáticos

Para variables de clima se utilizaron las bases de datos meteorológicos provenientes de 190 estaciones climatológicas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) establecidas en el estado de Guerrero, con información media mensual de precipitación, temperatura máxima y mínima, correspondiente a los períodos de los años 1961 a 2000. Debido a que el número de años de observación para estos datos de clima fue diferente para cada estación, no se seleccionó un periodo específico sino que se usaron todos los datos disponibles, analizándose estaciones con un mínimo de 20 años de registros regulares, eliminando inconsistencias en los datos. La información de clima se manejó con el programa ERIC III, generándose mapas para cada variable climática que sirvieron de soporte para la elaboración de los mapas de potencial productivo. La información climática

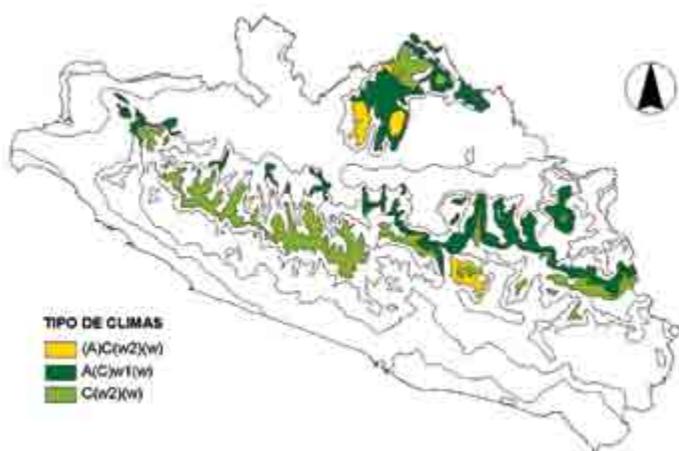


Figura 1. Tipo de clima óptimo para el cultivo del aguacate Hass en Guerrero.

ca se interpoló y clasificó en función de los requerimientos del cultivo.

Determinación del potencial productivo

Se realizó mediante el método de “álgebra booleana”, que es la aplicación de la lógica de verdadero o falso y la superposición de mapas. Los límites entre clases es definida por los requerimientos del cultivo. Para la obtención del mapa de potencial se utilizaron los rangos siguientes: temperatura máxima (de 20 a 30 °C), temperatura mínima (de 10 a 20 °C), precipitación anual (de 1200 a 1800 mm), y altitud (de 1200 a 2400 m) (Ruiz-Corral *et al.*, 1999; Alcántar-Rocillo, J. J. 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con la información disponible y con las variables que se incluyeron en el estudio, se observó que en el estado de Guerrero existen áreas con condiciones óptimas para la producción de aguacate. Este último se encuentra limitado geográficamente entre 18° 53' y 16° 19' N y 98° 00' y 102° 11' O. (INEGI, 1999; INEGI. 2000). El estado de Guerrero cuenta con una amplia diversidad climática y topográfica, lo que le confiere características heterogéneas. En la Figura 1 se presentan los climas aptos para el cultivo de aguacate “Hass” en Guerrero.

Respecto a la caracterización edafo-climática, la temperatura más alta reportada en el periodo de estudios se registra entre los 23 a los 37 °C. Las zonas con registros mayores a los 25 °C se encuentran en la región de Tierra caliente, Costa chica y Costa grande, mientras que los menores de 10 °C se ubican sobre la sierra alta y la montaña. Para el estado se tienen registradas precipitaciones que van desde los 750 hasta los 2000 mm anuales. La menor cantidad de lluvia registrada es para las regiones de Tierra Caliente y Norte. A nivel estatal, anualmente se registran precipitaciones promedio de 1133 mm; los meses más lluviosos van de junio a octubre. En la Figura 2 se muestran las variables de clima para la estación más cercana a Carrizal de Bravo, municipio de Leonardo Bravo, en la zona productora de aguacate.

Con la combinación de criterios establecidos se estimaron 696,718 hectáreas, como la

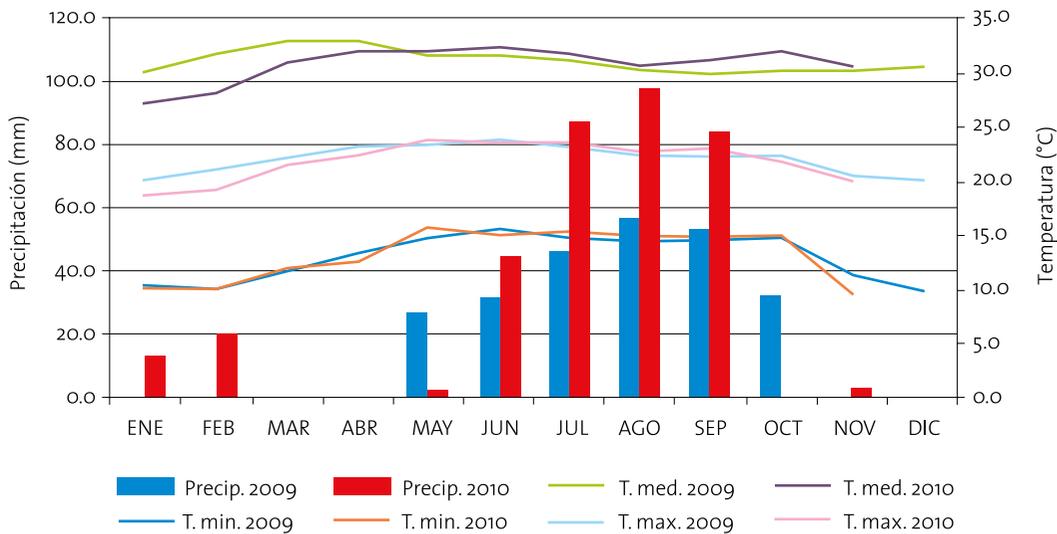


Figura 2. Temperatura mínima, media y máxima y precipitación mensual en 2009 y 2010 en una estación en la zona aguacatera de Guerrero.

superficie de buen potencial productivo para el cultivo de aguacate “Hass” en el estado de Guerrero; la ubicación de estas áreas se presenta en la Figura 3.

El Cuadro 1 muestra que el Distrito de Desarrollo Rural (DDR) con mayor superficie de áreas potenciales para cultivar aguacate, es el de Tlapa, seguido de Chilpancingo y Altamirano; en este último no se tienen registradas áreas cultivadas. Considerando que actualmente se siembra el cultivo de maíz en áreas marginales en estos DDR, con rendimientos bajos, esta información puede usarse para programas de reconversión productiva con aguacate.



Figura 3. Mapa de potencial productivo para el cultivo del aguacate Hass en el estado de Guerrero.

CONCLUSIONES

Se confirma que en el estado de Guerrero existen condiciones climáticas y edáficas que determinan áreas con buen potencial para el cultivo de aguacate “Hass”, lo que se podría utilizar en la planificación de nuevas plantaciones.

Con los datos obtenidos (climática y edáfica) y la escala de la información de suelo, se tiene una primera aproximación del área

potencial productiva para aguacate “Hass” en el estado de Guerrero, y en las áreas determinadas con condiciones potenciales sub-óptimas por factores controlables del ambiente, la productividad y la rentabilidad podrán mejorarse mediante la generación, adaptación y validación de los componentes tecnológicos en manejo agronómico.

La información generada debe validarse en campo a través de la geo-referenciación de sitios que permitan cotejarla con su productividad.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de Guerrero, a través del proyecto

Cuadro 1. Superficie potencial por DDR en hectáreas y en porcentaje del DDR, y superficie actualmente con aguacate

DDR	Superficie con potencial (ha)	Área potencial (%)	Superficie actual (ha)
Altamirano	167,872.13	24.84	0
Atoyac	102,651.28	15.19	909
Chilpancingo	172,918.08	25.59	408
Las Vigas	54,375.81	4.950	717
Iguala	20,936.95	3.10	431
Tlapa	177,964.04	26.33	0.5
Total	696,718.28	100.00	2465.5

108759 “Paquete tecnológico integral sobre el control de plagas y enfermedades en la producción de aguacate orgánico en Guerrero”.

LITERATURA CITADA

- Aceves N. A. L; J. F. Juárez. L; D. J. Palma. López; R. López. L. B. Rivera. H; J. A. Rincón. R; R. Morales. C; R. Hernández. A; A. Martínez. S y J. L. Hernández. S. 2008. Estudios para determinar zonas de alta potencialidad de los cultivos en el estado de tabasco. Tomo 1. Gobierno del Estado de Tabasco. 65 pp.
- Alcántar-Rocillo, J.J., J. Anguiano-Contreras, V.M. Coria-Ramos, G. Hernández-Ruiz y J. Ariel Ruiz-Corral. 1999. Áreas potenciales para el cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill.) CV. Hass en el estado de Michoacán, México. Revista Chapingo, Serie Horticultura 5 núm. especial 151:151-154.
- Alcántar-Rocillo, J. J. 2008. Requerimientos agroecológicos. En: Coria, A.V.M (Ed.). Tecnología para la producción de aguacate en México. Libro técnico Núm. 8, SAGARPA, INIFAP, 2ª Edición, Uruapan, Michoacán, México, pp17-27
- Alfonso B. J.A. 2008. Manual Técnico del cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* L.). Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. La Lima, Cortez, Honduras.
- Amortegui, F.I. 2001. El cultivo de aguacate. Ministerio de agricultura y Desarrollo Rural. Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria PRONATTA. Colombia.
- Anguiano-Contreras, J., V.M. Coria-Avalos, J.A. Ruiz-Corral, G. Chávez-León y J.J. Alcántar-Rocillo. 2003. Caracterización edáfica y climática del área productora de aguacate *Persea americana* cv. Hass” en Michoacán, México. Procc. V World Congress pg 323-328
- Cortez-Marín A.L, Aceves-Navarro .L.A, Arteaga-Ramírez R, Vázquez-Peña M.A. 2005. Zonificación agroecológica para aguacate en la zona central de Venezuela. TERRA Latinoamericana, Vol. 23, Núm. 2, Abril-Junio, pp 159-166. Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- FAO. 1996. Zonación agroecológica: Guía general. Boletín de suelos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de Clasificación Climática de Köppen, México D.F.
- INEGI. 1993. Carta edafológica. Escala 1:50,000. México, D. F.
- INEGI. 1999. Superficies Nacional y Estatales. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, Aguascalientes, Aguascalientes.
- INEGI. 2000. Marco Geoestadístico. estado de Guerrero. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- INEGI. 2001. Cuadernos de información del estado de Guerrero. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, Aguascalientes, Aguascalientes. 550 p
- INIFAP. 1993. Determinación del potencial productivo de especies vegetales en México. El estado de Michoacán. Memorias VI Reunión Científica y Técnica Forestal y Agropecuaria. P XIX-XXIV.
- López, B. W; López, L. A; Estrada, C. B; Gómez, C. R; Sánchez, V. B; Martínez, L. J; Altamirano, S. V; Iñiguez, C. P; Morán, Z. A y Morado, S. C. 2008. Zonas potenciales y recomendaciones técnicas para la producción sustentable de maíz en Chiapas. 1ra. Edición. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Centro de Chiapas. Libro técnico. México. 227 pp
- Ruiz-Corral, J.A., Medina-García G., González-Acuña, I.J., Ortiz-Trejo, C., Flores-López, H.E., Martínez-Parra, R.A. y Byerly-Murphy K.F. 1999. Requerimientos agroecológicos de cultivos. SAGAR-INIFAP-CIRPC. Libro Técnico No. 3. Guadalajara, Jalisco, México. 324 p.
- SAGARPA-SIAP. 2012. Cierre de la producción agrícola por Estado. web:http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351
- Salazar S. G, Zamora C.L, Vega L. R.J. 2004. Actualización sobre la Industria del Aguacate en Michoacán, México. California Avocado Society 2004-05 Yearbook 87: 45-54.
- Sánchez-Carrillo, J. 1999. Agroclimatología. Innovación Tecnológica. Caracas, Venezuela.
- Téliz-Ortiz, D. y Marroquín Pimentel F.J. 2007. Importancia histórica y socioeconómica del aguacate. En: Téliz-Ortiz, D. y Mora Aguilera, A. (Coordinadores). El aguacate y su manejo integrado. 2ª edición, Ediciones Mundi-Prensa, México, DF. pp:3-28
- Vidales F.J.A, Anguiano C.J, Alcántar J.J, Toledo B.R, Tapia L.M. 2007. Caracterización edafoclimática del área productora de aguacate de Michoacán, México. Proceedings VI World Avocado Congress. Viña del Mar, Chile. 12-17 Noviembre 2007. ISBN 978-956-17-0413-8



VENADO VERACRUZANO:

(*Odocoileus virginianus veraecrucis* Goldman & Kellogg, 1940)

UNA OPCIÓN PARA LA GANADERÍA DIVERSIFICADA Y LA CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS

Serna-Lagunes, R.¹; Olguín-Hernández, A.⁴; Pérez-Sato, J. A.²; García-García, C.G.²; Casas-López, I.³; Salazar-Ortiz, J.^{2*}

¹Programa de Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería. Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo. ²Colegio de Postgraduados, *Campus* Córdoba. Km. 348 Carretera Federal Córdoba-Veracruz. Amatlán de Los Reyes, Veracruz. ³Universidad Veracruzana Intercultural. Huazuntlán s/n, municipio de Mecayapan, Veracruz, México. ⁴Colegio de Postgraduados, *Campus* Veracruz Km. 88.5 Carretera Xalapa-Veracruz, Predio Tepetates entre Puente Julia y Paso San Juan, Veracruz.

*Autor responsable: salazar@colpos.mx

RESUMEN

El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) es una especie emblemática de los ecosistemas de México y está representado por 14 subespecies a lo largo y ancho del país. El venado veracruzano (*O. v. veraecrucis* Goldman & Kellogg, 1940) es una de las más importantes en términos ecológicos, y se distribuye en casi toda la extensión de la llanura costera del Golfo de México; desafortunadamente, esta subespecie tiene presión por cacería (subsistencia, furtiva y legal) y por la fragmentación de su hábitat. Por estas razones se requiere de estrategias basadas en conocimientos para lograr un manejo intensivo y extensivo eficiente, por lo que este ensayo describe y analiza el estado actual de estudios realizados por el Colegio de Postgraduados sobre la especie, y en particular del venado veracruzano, además de señalar líneas temáticas de estudios emprendidas y proponer el esquema de la ganadería diversificada que ayude a la conservación y aprovechamiento del venado en la zona centro de Veracruz, integrando otras actividades productivas, como el ecoturismo, turismo cinegético y turismo científico, como una alternativa productiva que genere ingresos a los propietarios de UMAs, coadyuvando a la mejora y conservación de ecosistemas a nivel regional.

Palabras clave: aprovechamiento cinegético, unidad de manejo para conservación de vida silvestre, Veracruz.



INTRODUCCIÓN

Los cérvidos

La familia Cervidae es un grupo de mamíferos ungulados con amplio rango de distribución, encontrando especies desde América del Norte hasta Sudamérica y Asia sur-oriental. Clément *et al.* (2006) mencionan que la familia incluye 40 especies, mientras que la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza señala 55 (dos de ellas extintas en la vida silvestre: *Elaphurus davidianus* y *Rucervus schomburgki*; IUCN, 2012). Por su amplia distribución en diferentes ecosistemas, existe una diversidad de 197 subespecies a nivel mundial (Whitehead, 1993; Nowak, 1999). En América se distribuyen 38 subespecies de este total, y México cuenta con la presencia de los géneros *Odocoileus* spp., *Cervus* spp., y *Mazama* spp. (Ceballos 2005), siendo la más representativa por su distribución el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* (Hall, 1981), con 14 subespecies (ocho de ellas endémicas) que se distribuyen en todo el territorio nacional, excepto en la península de Baja California (Aranda, 2000). Este complejo de subespecies juega un papel importante en el mantenimiento de la biodiversidad vegetal, además de ser consideradas como indicadores de ecosistemas con bajo grado de perturbación (Halls, 1984), aunque el interés cinegético ha aumentado recientemente (Weber, 1993).

El aprovechamiento de estas subespecies no es cuestión de moda, sino que es reconocido históricamente, ya que desde tiempos precolombinos proveía carne, piel, huesos, aceite, grasa, cebo, pigmentos, propiedades medicinales y de índole afrodisíaco, entre otras (Naranjo *et al.*, 2010). Su aprovechamiento irracional ha provocado un impacto selectivo hacia ciertos animales de mayor talla, tamaño y morfometría de astas (gracias a su mayor facilidad de caza), causando disminución en la variabilidad genética (Cienfuegos-Rivas, 2011), que se traduce en afecciones fenotípicas, como la tasa de crecimiento y longevidad promedio en campo (Galindo-Leal y Weber, 1998). Esta selectividad

no solamente afecta a la población de ciertos mamíferos o aves, sino a los servicios ambientales que éstos generan a las comunidades rurales que se benefician de ellos (Wright *et al.*, 2000).

El venado veracruzano (*Odocoileus virginianus veraecrucis* Goldman & Kellogg, 1940)

El venado veracruzano es morfológicamente de tamaño similar (altura a la cruz: 871.2 ± 3.44 mm, longitud total: 1150 ± 0.07 mm) a *O. v. carminis* y *miquiahuenensis*, pero estas subespecies son de menor tamaño que *O. v. texanus* (Logan *et al.*, 2006). Su distribución abarca la llanura costera del Golfo de México, así como algunos parches de la parte sur del estado de Tamaulipas, San Luis Potosí, Puebla, e incluso del estado de Tabasco (Gallina *et al.*, 2007). El venado veracruzano funge un papel ecológico fundamental como dispersor de semillas (González y Briones 2012), dado a que su alimentación al ser tan selectiva a lo largo del año, tiene que hacer movimientos en su búsqueda, lo que favorece la dispersión de las especies vegetales consumidas a lo largo y ancho de su hábitat (Lozano, 2012) (Figura 1).



Figura 1. Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus veraecrucis* Goldman & Kellogg, 1940) en su hábitat.

A la fecha no se cuenta con estudios demográficos del venado veracruzano que brinden información sobre el estatus de sus poblaciones y de su protección en México; sin embargo, la UICN (2011) la considera de bajo riesgo de extinción, aun cuando es evidente que existe pérdida de su hábitat (Delfín-Alfonso *et al.*, 2009), cacería furtiva (Morales y Villa, 1998) y aprovechamiento controlado, pero mal planificado, lo que lo ha llevado a la extinción local de algunas poblaciones (Secretaría de Educación de Veracruz, 2010).

Aunado a lo anterior, estudios de relaciones filogenéticas (De la Rosa-Reyna *et al.*, 2012) y de diversidad genética indican que el venado veracruzano se encuentra genéticamente en riesgo por la introgresión de genes por cruzamiento con otras subespecies, debido a la translocación de estas últimas a zonas donde naturalmente no pertenecen (Logan-López *et al.*, 2007).

Estudios realizados por Villareal Espino-Barrros *et al.* (2005), registraron una densidad poblacional de 2.13 individuos por km² para esta especie, influenciada según la calidad del hábitat, ya que se observaron cambios entre la estación seca (2.68 ± 0.35 venados por km²) y de lluvias (3.09 ± 0.47 venados por km²), atribuido a mayor disponibilidad de recursos en ésta última época (Briones-Salas y García, 2005) (Figura 2).

El Colegio de Postgraduados en México ha participado en el desarrollo de investigaciones de venado cola blanca en vida silvestre y cautiverio. Las áreas de estudios tratan sobre temas como: estatus de sus poblaciones, caracterización, manejo y evaluación del hábitat (Kobelkowsky, 2000; Medina, 2008; Medina *et al.*, 2008); fotoperiodo y ciclo reproductivo (Arenas, 2011); genética y caracterización morfológica de poblaciones (Logan, 2004; Logan *et al.*, 2006; Logan *et al.*, 2007); palatabilidad y composición química de alimentos consumidos por el venado (Plata *et al.*, 2009); el venado como dieta del jaguar (Ávila, 2009; Ávila *et al.*, 2011); desarrollo y comparación de métodos y modelos para estimar la capacidad de carga de venado (Plata *et al.*, 2011); alimentación (Clemente, 1984) y dietas (Luévano-Esparza, 1991; Clemente *et al.*, 2005); y aprovechamiento por comunidades locales (López, 2009); sin embargo, ninguno de estos trabajos hace referencia al venado veracruzano en la zona centro de Veracruz, aunque se encontraron cinco estudios de la subespecie en la zona sur-sureste del estado, realizados por la reserva de la biosfera Los Tuxtlas (Mandujano, 2005; Gallina, 2007).

Delfín-Alfonso *et al.* (2009) reportan que la situación actual del venado veracruzano es desconocida e incierta, ya que existen registros de que ha sido eliminada de algunos sitios de distribución natural. Estos mismos autores mencionan que la subespecie habita en siete de los once biomas presentes en la zona centro del estado de Veracruz, resultando alentador que de los nueve municipios (Carrillo Puerto, Paso del Macho, Soledad de Doblado, Tepatlaxco, Ixhuatlán del Café, Córdoba, Amatlán de los Reyes, Atoyac y Cuitláhuac)



Figura 2. Incremento de venados en la época de lluvias.

que integran la zona central de Veracruz (5,329.82 km², 29.75% (1,585.85 km²) del área mantiene condiciones idóneas para la reintroducción y manejo del venado veracruzano, a través del sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) (Figura 3).

Ganadería diversificada: alternativa de producción

A partir de los años ochenta, el gobierno federal mexicano incrementó esfuerzos para la conservación de especies silvestres dentro de su territorio, implementando leyes y lineamientos (Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 1988; Ley General de Vida Silvestre, 2000) que rigen medidas pertinentes para su gestión, siendo el esquema de ganadería diversificada a través de UMAs (Unidad de Manejo de Vida Silvestre) una de las más utilizadas (SEMARNAT, 2000). Este aprovechamiento regulado de la



Figura 3. Apoyo alimenticio para la crianza de venado (*Odocoileus virginianus veraecrucis* Goldman & Kellogg, 1940)

vida silvestre en México no sólo permite que el propietario de la UMA obtenga ingresos económicos a través del turismo cinegético, sino también que los animales silvestres se distribuyan y mantengan poblaciones viables, como si estuvieran en estado natural, llegando a repoblar zonas en las que ya no era habitual observarlas (Mandujano *et al.*, 2010).

Con lo antes mencionado, y conociendo datos de que la ganadería diversificada genera ingresos a productores en países como España y Estados Unidos de América de entre \$6,000 a \$20,000 millones de USD (Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 2012), el aprovechamiento sustentable de vida silvestre nativa en conjunto con la ganadería tradicional es una opción viable de aprovechamiento de la diversidad biológica de tal manera faciliten su conservación (Toledo, 1998).

González-Bazán (2008) menciona que las cinco principales ventajas de la ganadería diversificada son: 1) mejora la productividad y eficiencia de empresas ganaderas; 2) aprovechamiento integral de los recursos de empresas ganaderas y recuperación de áreas degradadas o de bajo potencial para la ganadería tradicional; 3) aporte de nuevos productos y servicios rurales a la economía; 4) generar divisas adicionales a los propietarios, como a los actores involucrados en el manejo de la fauna silvestre; y 5) revalorización de la fauna silvestre, promoviendo su conservación y fomento.

La creación de ranchos cinegéticos (UMAs extensivas), han demostrado ser una actividad económica renta-

ble. La clave del éxito de éstas es la adición de un valor económico a las especies cinegéticas (venados principalmente), incrementando los ingresos de la ganadería bovina hasta 80% más en comparación con la obtenida con ganado doméstico (Retes *et al.*, 2010). El Noreste de México es el área donde se reporta la mayor actividad cinegética. Datos de esta actividad en 2004 indican la generación de 43,685 empleos, con un impacto económico de \$2,882 millones de pesos en una sola temporada (Guajardo-Quiroga y Martínez-Muñoz, 2004). Estos valores ayudan a estimar que un productor puede llegar a obtener hasta \$33,000.00 aproximadamente, por el aprovechamiento de un ejemplar de venado cola blanca, cantidad que equivaldría a los ingresos por venta de 13 becerros de 170 kg a \$24,00 el kg en pie. Asimismo, durante el ciclo de 2007-2008, en Sonora, México se reportaron ingresos de alrededor de \$40,000 millones de USD en el rubro de la cacería deportiva (Retes *et al.*, 2010).

Ganadería diversificada y conservación de ecosistemas en Veracruz

Dentro de los múltiples beneficios del manejo del venado en UMAs, se encuentra la creación de una nueva fuente económica para los ganaderos, ya que pueden diversificar el aprovechamiento de los recursos naturales en sus predios, promover su reforestación y llevar paralelamente un manejo integral con la fauna silvestre y el ganado ovino, bovino, caprino o en combinación, esto aunado a que al reintroducir una subespecie como el venado veracruzano, se fomentaría un manejo holístico de los recursos naturales de la zona.

Se considera relevante realizar investigaciones que ayuden a recomendar un manejo adecuado para el establecimiento de UMA's, proponiendo las condiciones favorables (manejo del hábitat, estructura de la vegetación, bebederos y comederos, instalaciones para reproducción) para su desarrollo, y que con esto se logre maximizar la expresión fenotípica de los animales en aspectos reproductivos y de desarrollo corporal, premisas esenciales que conllevarían al éxito de la UMA. Sin embargo, existe un vacío de conocimiento del venado veracruzano; por lo tanto, el inicio de investigaciones sobre esta subespecie es esencial para establecer las pautas necesarias de conservación y aprovechamiento sustentable en Veracruz, donde se tienen registradas 7,185,000 hectáreas en tan sólo 90 UMA's donde se manejan diferentes especies (SEMARNAT, 2010). Esta área representa 0.15% de la superficie nacional y se puede incrementar con el registro de los predios de ganaderos, donde se distribuía de manera natural *O. v. veraecrucis*.

Avances en la gestión de manejo del venado veracruzano

La Línea Prioritaria de Investigación (LPI) 1: Manejo Sustentable de Recursos Naturales y LPI 4: Agronegocios, Agroecoturismo y Arquitectura del Paisaje del Colegio de Postgraduados, se han abocado a realizar estudios para la caracterización del hábitat, alimentación y dieta,



ciclo e índices reproductivos, modelo de nicho ecológico, utilización de los venados como atractivo en los sitios enfocados al turismo de naturaleza, y estudios de diversidad genética para iniciar un programa de mejoramiento genético *a posteriori*.

Con estos estudios se busca motivar a los propietarios de los predios ganaderos de la zona centro del estado de Veracruz a manejar sus propiedades, diversificando su uso mediante el esquema de UMA (intensiva o extensiva) y utilizando las especies nativas como el venado veracruzano e, incluso, otras consideradas como silvestres que están presentes en el área, con la finalidad de generar una alternativa de ingresos y convertir la zona en un área pionera en iniciar una ganadería diversificada que contemple la conservación de sus ecosistemas, el aprovechamiento de la fauna silvestre y aumente la productividad de la ganadería.

UMA El Mangal: un estudio de caso con éxito

La UMA “El Mangal” se encuentra localizada en el municipio de Pajapan, Veracruz. Su creación data desde 2006, cuando un grupo de pequeños propietarios interesados en la conservación de los recursos naturales empezó a realizar trabajos de conservación y reforestación en sus parcelas. Con apoyo gubernamental se obtuvo pie de cría de venado veracruzano (cuatro hembras, un macho). Con su experiencia y capacitación recibida (diseño de instalaciones, manejo en cautiverio de venado cola blanca, alimentación de ganado) han logrado incrementar 20% anual de los índices de producción, cifra que actualmente representa un hato de 17 venados (tres machos, 10 hembras y cuatro crías). Gracias a esta iniciativa, se tienen avances técnicos en aspectos de alimentación y reproducción del venado veracruzano,

además de tener identificadas especies de plantas locales consumidas por el venado en función de la época del año y de su efecto en ciertos parámetros reproductivos (Figura 4) (Martínez-Hernández *et al.*, 2012).

Eventualmente esta información permitirá transferir el conocimiento obtenido mediante propuestas de dietas esenciales para la reproducción en cautiverio del venado veracruzano a otras UMAs del centro de Veracruz.

El grupo de investigadores sobre biodiversidad del *Campus* Córdoba del Colegio de Postgraduados realiza la caracterización de la flora y fauna de la Sierra de Atoyac (nueve municipios antes mencionados) con listados taxonómicos preliminares de la composición florística y faunística del área (aves y mamíferos). Esta información será de gran utilidad para generar los planes de manejo de venado veracruzano (o de otras especies) que se requiere para el registro de una UMA ante SEMARNAT.

CONCLUSIONES

La información obtenida permitirá proponer las estrategias de conservación y aprovechamiento más adecuadas del venado veracruzano en la zona centro de Veracruz. Los involucrados en este proyecto invitan a sumar esfuerzos para concretar estos proyectos de investigación, mediante la colaboración de productores de Veracruz, estudiantes e investigadores de instituciones de nivel superior a través de estancias, servicio social y tesis en el *Campus* Córdoba del Colegio de Postgraduados.



Figura 4. Alimentación del venado cola blanca veracruzano en la UMA El Mangal, Pajapan, Veracruz.

AGRADECIMIENTOS

A la Línea Prioritaria de Investigación 1. Manejo Sustentable de Recursos Naturales y a la Línea Prioritaria de Investigación 4. Agronegocios, Agroecoturismo y Arquitectura del Paisaje, por el financiamiento parcial otorgado para el desarrollo de estos trabajos.

LITERATURA CITADA

- Aranda M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos medianos de México. CONABIO. Instituto de Ecología A. C. México. 212 pp.
- Arenas B.P. 2011. El fotoperiodo y su relación con la reproducción del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus miquihuanensis*) en el Altiplano Potosino. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. México. 54 p.
- Ávila N.D.M. 2009. Abundancia del jaguar (*Panthera onca*) y sus presas en el municipio de Tamasopo, San Luis Potosí. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México.
- Ávila-Nájera, D.M., Rosas-Rosas O.C., Tarango-Arámula, L.A., Martínez-Montoya, J.F. y Santoyo-Brito, E. 2011. Conocimiento, uso y valor cultural de seis presas del jaguar (*Panthera onca*) y su relación con éste, en San Nicolás de los Montes, San Luis Potosí, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 82(3): 1020-1028.
- Briones-Salas M. y C. C. García. 2005. Estimación de la densidad del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus oaxacensis*) en la Sierra Norte de Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 9: 141-145.
- Clemente, S.F., Riquelme E., Mendoza G.D., Bárcena G.R., González S. and Ricalde R. 2005. Digestibility of forage diets of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*, Hays) using different ruminal fluid inocula. *Journal of Applied Animal Research* 27: 71-76.
- Clemente S.F. 1984. Utilización de la vegetación nativa en la alimentación del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el estado de Aguascalientes. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México.
- González G. y Briones-Salas, M. 2012. Dieta de *Odocoileus virginianus* (Artiodactyla: Cervidae) en un bosque templado del norte de Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical* 61(1): 447-457.
- Cienfuegos-Rivas E., F.G. Cantú-Medina, K. G. Logan-López, F. González-Saldivar, A. González-Reyna, H. Castillo-Juárez, G. D. Mendoza-Martínez, J. C. Martínez-González. 2011. La cosecha selectiva: un factor de cambio en las astas del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*).
- Clément G., A. Ropiquet and A. Hassanin. 2006. Mitochondrial and nuclear phylogenies of Cervidae (Mammalia, Ruminantia): Systematics, morphology, and biogeography. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 40(1): 101-117.
- Delfín-Alfonso C., S. Gallina y C.A. López. 2009. Evaluación del hábitat del venado cola blanca utilizando modelos espaciales y sus implicaciones para el manejo en el centro de Veracruz, México. *Tropical Conservation Science*. 2(2):215-228.
- De la Rosa-Reyna X.F., R.D. Calderon-Lobato, G.M. Parra-Bracamonte, A.M. Sifuentes-Rincón, R.W. DeYoung, F.J. García-De León and W. Arellano-Vera. 2012. Genetic diversity and structure among subspecies of White-Tailed Deer in Mexico. *Journal of Mammalogy*. 93(4): 1158-1168.
- Galindo-Leal C. y M. Weber. 1998. El venado de la Sierra Madre Occidental: ecología, manejo y conservación. Ediciones Culturales S.A. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Gallina S. 2007. Los venados de México. *Deer Specialist Group News*. 22: 7-20.
- Gallina S., C.A. Delfín-Alfonso, S. Mandujano-Rodríguez, L.A. Escobedo-Morales y R.G. González-Trapaga. 2007. Situación actual del venado cola blanca en la zona centro del estado de Veracruz, México. *Deer Specialist Group News*. 22: 29-34.
- González-Bazán M.J. 2008. La sustentabilidad y su inserción al comercio. *Revista Digital Universitaria*. 9(9): 3-17.
- Guajardo-Quiroga R.G. y A. Martínez-Muñoz. 2004. Cuantificación del impacto económico de la caza deportiva en el norte de México y perspectivas para su desarrollo. *Entorno Económico* 42:1-17.
- Hall E.R. 1981. *The mammals of North America*. Second Edition. John Wiley and Sons Inc. USA. pp: 601-1175.
- Halls L.K. 1984. *White-tailed deer ecology and management*. Harrisburg, PA: Stackpole Books. 870 p.
- Kobelkowsky R.S. 2000. Evaluación del hábitat y estructura de la población de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la región central de la Sierra Fría, Aguascalientes. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México. 87 p.
- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. 1998. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Última reforma DOF 04-06-2012. México.
- Ley General de Vida Silvestre. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Última reforma 06-06-2012.
- Logan L.K. 2004. Caracterización genética y morfométrica de cuatro subspecies de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la zona Centro Norte del Noreste de México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Texcoco, Edo. de México.
- Logan L.K., Cienfuegos R.E., Clemente S.F., Mendoza, M.G.D., Sifuentes R.A.M. y Tarango A.L.A. 2006. Caracterización morfométrica de cuatro subspecies de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la zona Noreste de México. *Revista Científica XVI* (1): 14-22.
- Logan-López K., E. Cienfuegos-Rivas, A. Sifuentes-Rincón, M. González-Paz, F. Clemente-Sánchez, G. Mendoza-Martínez y L. Tarango-Arámula. 2007. Patrones de variación genética en cuatro subspecies de venado cola blanca al noreste del México. *Agrociencia* 41(1): 13-21.
- López G.M. 2009. Conocimiento y aprovechamiento local del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en Iliatenco, Guerrero. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. 69 p.
- Luévano-Esparza J. 1991. Dietas veraniegas del jabalí, venado, cabra y caballo en la sierra de La Mojenera Vanegas, S.L.P. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México.
- Lozano R.G.R. 2012. Alimentación del venado cola blanca. *Biología y Ecología Nutricional*. Palibrio. EEUU. 330 p.
- Mandujano S. 2004. Estudio bibliográfico de los estudios de venados en México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie). 20(1): 211-251.
- Mandujano S.,C.A. Delfín-Alfonso and S. Gallina. 2010. Comparison of geographic distribution models of white-tailed deer *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780) subspecies in Mexico: biological and management implications. *THERYA* 1(1): 41-68.
- Martínez-Hernández A., G. González-Gómez, L. De Jesús-Gómez, I. Casas-López, J. Salazar-Ortiz y R. Serna-Lagunes. 2012. Alimentación y reproducción de *Odocoileus virginianus veraecrucis* en cautiverio en Pajapan, Veracruz. Simposio sobre Venados de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Medina T.S.M. 2008. El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus couesi*) y su hábitat en la Sierra del Laurel, Aguascalientes. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México. 264 p.
- Medina T.S.M., García M.E., Márquez O.M., Vaquera H.H., Romero M.A. y Martínez M.M. 2008. Factores que influyen en el uso del hábitat por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus couesi*) en la Sierra del Laurel, Aguascalientes, México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie). 24(3): 191-212.
- Morales M.J.E. y J.T. Villa C. 1998. Notas sobre el uso de la fauna silvestre en Catemaco, Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie). 73: 127-143.
- Naranjo E.J., J.C. López-Acosta y R. Dirzo. 2010. La cacería en México. *Biodiversitas*. 91:6-10.

- Nowak M.R. 1999. Walker's mammals of the world (Vol. II). The John Hopkins University Press. Maryland, USA.
- Plata F.X., Mendoza, G.D., Viccon, J.A., Barcena, R. y Clemente, F. 2011. Comparación de métodos basados en los requerimientos nutricionales y disponibilidad de biomasa para estimar la capacidad de carga para venado cola blanca. Archivos de Medicina Veterinaria. 43: 41-50.
- Plata F.X., Ebergeny, S., Resendiz, J.L., Villarreal, O., Bárcena, R., Viccon, J.A. y Mendoza, G.D. 2009. Palatabilidad y composición química de alimentos consumidos en cautiverio por el venado cola blanca de Yucatán (*Odocoileus virginianus yucatanensis*). Archivos de Medicina Veterinaria 41: 123-129.
- Retes L.R., M. I. Cuevas G., S. Moreno M., F. G. Denogean B, F. Ibarra F., M. Martín R. 2010. Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre como alternativa para los nuevos agronegocios. Revista Mexicana de Agronegocios. XIV (27): 336-346.
- Secretaría de Educación de Veracruz. 2010. Venados: animales de los Dioses. Gobierno del Estado de Veracruz. 53 p.
- SEMARNAT. 2000. Estrategia nacional para la vida silvestre. Logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000. SEMARNAT-INE. México. D.F.
- SEMARNAT. 2010. Conservación y uso sustentable del territorio: Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA). Seminario de Divulgación. Dirección General de Vida Silvestre. SEMARNAT. Consultado el 15/12/2012 en: http://www.ine.gob.mx/descargas/con_eco/2010_sem_cons_territorio_pon_07_mvargas.pdf
- Toledo A. 1998. Economía de la Biodiversidad. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 209 p.
- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 2012. Impacto del aprovechamiento cinegético del venado cola blanca *Odocoileus virginianus* en la reconversión del uso del suelo y la restitución de la biodiversidad en Nuevo León. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.1. www.iucnredlist.org
- Villareal Espino-Barros, O.A., R. Guevara-Viera, R. Reséndiz-Martínez, J.S. Hernández-Zepeda, J.C. Castillo-Correo y F.J. Tomé-Torres. 2005. Diversificación productiva en el Campo Experimental Las Margaritas, Puebla, México. Archivos de Zootecnia. 54: 197-203.
- Weber M. 1993. Ganadería de ciervos: ¿alternativa o amenaza a la conservación de la fauna nativa? Agrociencia. 3: 99-113.
- Whitehead G.K. 1993. The Whitehead Encyclopedia of Deer. Voyageur Press Inc. Stillwater, USA.
- Wright J., H. Zeballos, I. Domínguez, M.M. Gallardo, M.C. Moreno and R. Ibáñez. 2000. Poachers alter mammal abundance, seed dispersal, and seed predation in a Neotropical forest. Conservation Biology. 14: 227-239.



LA YACA

(*Artocarpus heterophyllus* Lam.)

UN FRUTO DE EXPORTACIÓN

Luna-Esquivel G¹; Alejo-Santiago G¹; Ramírez-Guerrero L. G¹; Arévalo-Galarza Ma. de Lourdes C.²

¹Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit, Km 9 Carretera Tepic-Compostela, Jalisco Nayarit. ²Línea Prioritaria de Investigación en Inocuidad, Calidad de Alimentos y Bioseguridad (LPI-7). Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillos, Km 36.5 Carretera México- Texcoco C.P. 56230, Texcoco, Estado de México.

Autor responsable: gollole@hotmail.com

RESUMEN

La yaca (*Artocarpus Heterophyllus* Lam.) es un frutal tropical que se cultiva ampliamente en Asia. Los frutos pueden alcanzar pesos superiores a los 25 kg y son altamente apreciados por su valor nutrimental, además de que se puede consumir como fruta fresca, curtido y cocinado, en distintas formas como dulces, paletas y nieves. El fruto fue introducido en Nayarit, México en la década de 1960 y actualmente se cultiva en alrededor de 800 ha, cuya producción se destina principalmente a Estados Unidos (EUA). Este cultivo representa una opción para la fruticultura de regiones tropicales y subtropicales ya que, bajo ciertas circunstancias, se puede cosechar prácticamente todo el año y los precios al productor oscilan entre \$ 0.50-0.80 US dólares por kilogramo. En el presente se documenta la experiencia de cultivo y proceso postcosecha en Nayarit.

Palabras clave: Frutos exóticos, exportación, sub-trópico.



INTRODUCCIÓN

La yaca (*Artocarpus heterophyllus*) es un frutal tropical originario del sureste de la India, aunque se encuentra distribuido también en Australia, Isla Mauricio, Kenia, Uganda, Brasil, Jamaica, Las Bahamas, Estados Unidos (Florida y Hawái) y México (Crane y Balerdi, 2000). Esta especie pertenece a la familia Moraceae, cuyos frutos varían en peso, de 1.6 a 25 kg (Pushkumara, 2006), aunque se han reportado frutos que alcanzan 50 kg (Figura 1). Los árboles sin manejo de poda pueden crecer en cinco años de 8 a 25 m de altura y de 3.5 a 6.7 m de diámetro de copa. Los nombres comunes con los que se conoce a la yaca en el mundo son: jackfruit (inglés); bo loup mi (China); jacquier (Francia); nanka (Indonesia); jaca o yaca (español y portugués); lanka (Filipinas); kapiac (Nueva Guinea); uto ni India (Fiji); ulu initia (Samoa); chakka, chakki, kanthal, kathar, panos (India); jaca, jacca mole, jaca dura (Brasil); mit (Vietnam); khanun, makami y banum (Tailandia) (Love y Paull, 2011).

La superficie establecida de yaca en México ha crecido significativamente de 16.5 ha en 2002 a 797 ha en 2011, con un rendimiento aproximado de 15.5 ton ha⁻¹ y valor de la producción de 4.5 millones de dólares. En este contexto, Nayarit es el principal productor al concentrar 80% de la superficie nacional (SIACON-SAGARPA, 2012). De los árboles de esta especie se aprovecha prácticamente todo; del tronco y las ramas, se obtiene madera; las hojas se usan como forraje de ganado y para cocinar; las semillas secas se



Figura 1. Frutos de yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.)

utilizan en dulces o hervidas como aperitivo; los frutos se consumen en fresco, cocinados o procesados en jugo, helados o rodajas fritas (Love y Paull, 2011). También se reportan beneficios nutracéuticos, toda vez que las hojas y la corteza se utilizan para tratar anemia, asma, dermatosis, diarrea, catarro y como expectorante (Balbach y Boarim, 1992). Los frutos tienen diversos compuestos, como carotenoides, flavonoides, taninos, esteroides, entre otros, que le confieren propiedades anti cancerígenas, además de que aliviar úlceras e indigestión. Las hojuelas de frutos maduros tienen 0.8% de minerales, 30 IU de vitamina A y 0.25 mg100 g⁻¹ de tiamina y valor energético alto pues se ha calculado que la pulpa provee energía de hasta 2 MJ kg⁻¹ en peso húmedo (APAARI, 2012; Ahmed y Labavitch, 1980).

Características del cultivo

Existen innumerables genotipos y cultivares de yaca en el mundo entre los que destacan en Australia 'Black Gold', 'Gold Nugget', 'Honey Gold', 'Lemon Gold', 'Cochin', 'Kun Wi Chan', 'Leung Bang', 'Bostworth', 'Galaxy', 'Fitzroy' y 'Nahen'; Tailandesas 'Dang Rasimi', 'Golden Pillow', 'Chompa Grob', 'Malaysia', 'Mastura', 'NS1', 'J33', 'J31', 'J30' y 'J29'. En Indonesia 'Tabouey' y 'Bali Beauty'; en la India 'Muttam' y 'Varikka'; en Singapur 'Chompa Gob', 'Handia', 'Khaja' y 'Safeda' y 'Badaya' y 'Busila' en Sri Lanka (Lov y Paull, 2011). En Nayarit se cultivan diferentes selecciones varietales sin registro que se distinguen por características específicas de la planta y fruto, como *Agüitada*, *Buchona*, *Romina*, *Carlita*, *Ponciana*, *Clemente*, *Lisa*, *Bolonga*, *R-15* y *Yesi*. Se observan básicamente algunas diferencias entre los materiales del fruto, como tamaño, firmeza, densidad de protuberancias, presencia de látex y calidad de la pulpa (Khan *et al.*, 2010).

La yaca es una especie monoica, cuyas inflorescencias masculinas y femeninas se encuentran separadas y se producen en toda la planta, aunque se prefiere manejar las inflorescencias producidas en el tallo para asegurar el crecimiento de los frutos a menor altura (Figura 2).

Las inflorescencias pueden tener más de 5,000 flores femeninas y masculinas; la receptividad de los estigmas se da en un periodo de 15 a 28 días posteriores a la emergencia; cada planta puede emitir de 8 a 103 inflorescencias femeninas al año y el proceso de maduración de los frutos tarda de 81 a 137 días desde antesis.

El fruto es compuesto, ya que los ovarios de múltiples flores o de una inflorescencia se unen para formar un fruto, lo que origina que la superficie del fruto tenga una apariencia



Figura 2. Árboles de yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) en producción.

de panal; cada polígono representa una flor. En el fruto pueden distinguirse tres regiones primarias: a) eje o centro del fruto, con presencia de células laticíferas (no comestible); b) perianto, mayor porcentaje comestible del fruto y región media fusionada (formando el anillo del sincarpo) y la región externa córnea no comestible de color verde y amarillo al madurar; y c) fruto verdadero (semillas) que se desarrolla desde el carpelo del ovario

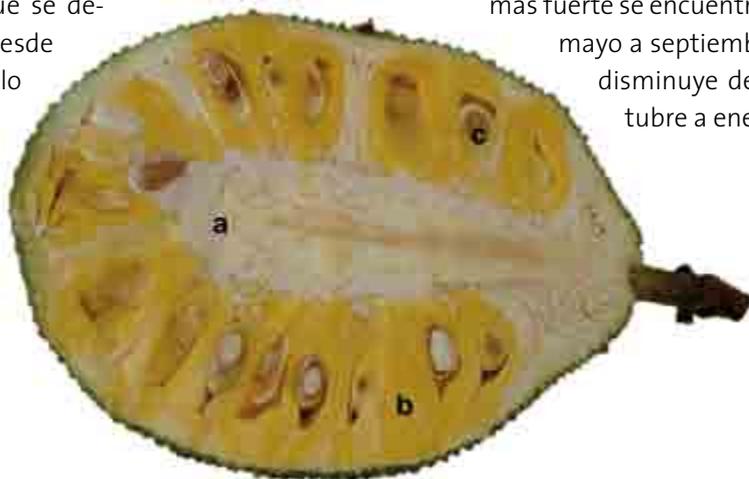


Figura 3. Regiones del fruto de yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) a: eje o centro del fruto, b: perianto, parte comestible y región media fusionada (formando el anillo del sincarpo), región no comestible de color verde y amarillo al madurar; y c: fruto verdadero (semillas) rodeado por el perianto fresco.

y está rodeado por el perianto fresco (Ong *et al.*, 2006; Dumoulin *et al.*, 2010) (Figura 3).

El árbol tiene flores prácticamente todo el año; sin embargo, la distribución de la lluvia tiene una influencia directa en los picos de floración, ya que éste coincide con el periodo más seco (Pushkumara, 2006). En el estado de Nayarit la estacionalidad más fuerte se encuentra de mayo a septiembre y disminuye de octubre a enero.

En Florida se han reportado algunas plagas que atacan a la yaca, tales como insectos barrenadores que se alimentan de troncos y ramas dañadas o muertas, (*Elaphidion mucronatum*, *Nyssodrysinia haldemani*, *Leptostylopsis terraecolor*), así como escamas (*Pinaspis strachani*, *Aspidiotus destructor*, *Protopulvinaria mangiferae*, *Protopulvinaria pyriformis*) y cochinillas que atacan hojas y frutos. En relación con las enfermedades, las flores masculinas y femeninas son susceptibles al ataque de *Rhizopus artocarpi* y *Botrytis cinérea*. Se presenta también pudrición de raíces provocada por *Pythium splendens*, *Phytophthora sp.*, *Fusarium sp.*, y *Rhizoctonia sp.*, sobre todo en condiciones de inundación. Las hojas pueden ser atacadas por *Gloeosporium sp.* y *Phyllosticta artocarpi* (Crane y Balerdi, 2000).

Cultivo de yaca en Nayarit

Inició hace más de 20 años en el municipio de San Blas, Nayarit, México, como cultivo alternativo al de plátano (*Musa paradisiaca*), que perdió rentabilidad. En 2002 se contaba con diferentes materiales (cuyos nombres se desconocían) y en octubre del mismo año el huracán "Kenna" derribó la mayoría de los árboles, dejando solamente algunos que resistieron los poderosos vientos del fenómeno climático. A partir de éstos, el material llamado 'Agüitada' se propagó de forma asexual (enraizado de estacas). El árbol de este genotipo presenta hojas pequeñas y enrolladas en los bordes, con pocas hojas en comparación con otras variedades; es de porte bajo y muestra tolerancia a los vientos, plagas y enfermedades. Su fruto es uniforme, con un periodo de crecimiento de 2.5 meses, y en invierno de cuatro meses, con peso entre 8 y 9 kg, pulpa naranja, de sabor y textura agradables, y cáscara delgada, que son características deseables para el

mercado de exportación. Es importante destacar que se ha venido realizando la propagación por semilla, lo que ha generado alta variabilidad en los materiales “locales” sin que haya registro alguno de ellos (Comunicación Personal: Carlos Sánchez López); su éxito productivo se ha incrementado sustancialmente, por lo que ha sustituido a cultivos de importancia económica como el mango (*Mangifera indica*) y el plátano (Figura 4).

Fisiología postcosecha

No existe mucha información relacionada con las características fisiológicas del fruto, pero normalmente se cosecha después de los 81 días posteriores a la antesis, dependiendo de la región y del tipo de yaca cultivada. Normalmente, el color del pedúnculo y del fruto se utiliza como índice de cosecha, sin embargo, el índice puede depender del uso final del fruto, por ejemplo, industrialización o consumo como fruta fresca.

En caso de que se dificulte la diferenciación de color, se puede realizar una lesión en el pedúnculo para provocar la salida del látex; el hecho de que éste no se coagule inmediatamente es un indicador de que el fruto está listo para la cosecha. El fruto es climatérico, con alta intensidad respiratoria y, como en el caso del fruto del pan (*Artocarpus altalis* (Park.) Fosb.), especie del mismo género, se reportan picos respiratorios de 330 y 200 mL kg⁻¹ h⁻¹ al inicio y al final del proceso de maduración, y picos de etileno muy bajos de entre 1.0-1.5 y 0.7-0.12 µL kg⁻¹ h⁻¹ en el mismo orden, a 25-30 °C (Worrel y Sean-Carrington, 1997).

Durante el proceso de maduración se presentan cambios en la composición del fruto; en el cultivar J3 distribuido en

Malasia se reportan incrementos de acidez titulable de 0.3 a 0.9%, expresado como ácido málico, aunque otros autores la reportan entre 0.1-0.2%; estas diferencias se atribuyen a la variedad utilizada. Los ácidos presentes en la yaca son el málico y cítrico, mientras que los ácidos succínico y oxálico se encuentran en pequeñas cantidades (Ong *et al.*, 2006; Selvaraj y Pal, 1989). Los sólidos solubles totales alcanzan los 20 °Bx (Brix) o más, y el azúcar dominante es la sacarosa, con alrededor de 5% en fruto maduro; 0.33-0.40% de fibra cruda, y 1% de cenizas. En relación con los carotenoides, algunos materiales de yaca presentan tonalidades de amarillo a naranja; de hecho, las semillas contienen β-caroteno, α-caroteno, β-zeacaroteno y β-caroteno-5,6α epóxido, y carotenoide dicarboxílico y crocetina (Chandrika *et al.*, 2004); además, se han encontrado más de 20 compuestos volátiles que contribuyen al aroma complejo del fruto y cuya concentración varía a lo largo del proceso de maduración.

Manejo postcosecha

En el caso de Nayarit, después de la cosecha la fruta se transporta al empaque en capas divididas por cartón para evitar fricciones entre los frutos. Cuando llega a la empacadora se realiza la selección descartando aquellos que no reúnen los requisitos de calidad (índice de madurez, uniformidad y sanidad). Los problemas más frecuentes son maduración avanzada, deformación del fruto y pedúnculo, así como pudrición y hundimiento del pedúnculo (Figura 5).

El fruto seleccionado se limpia con aire comprimido, a fin de eliminar polvo, ácaros, insectos u otros materiales físicos (Figura 6b). Posteriormente, los frutos se pesan y



Figura 4. Inserción de árboles de yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) en huertas comerciales de mango (*Mangifera indica*) (a) y plátano (*Musa paradisiaca*) (b).



Figura 5. Frutos de yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) que no reúnen los requisitos de calidad para la exportación, debido a sobremaduración, malformaciones del fruto, pedúnculo y pudriciones.

se lavan en una solución con hipoclorito de calcio; se dejan escurrir y nuevamente se realiza otra inmersión pero ahora en solución fungicida, cuidando el pH del agua para obtener una mayor estabilidad de la solución (Figura 6c; 6d). Finalmente, los frutos se secan y se procede a sellar el pedúnculo con oxiclورو de cobre (Figura 6e) para evitar desarrollo de hongos, obstruir la salida de látex y evitar daños por corrosión al fruto durante el almacenamiento y transporte. Dependiendo del tamaño del fruto se colocan 1, 2 y hasta 3 frutos en cajas de 40x50x25 cm, que tienen aberturas para la circulación del aire en el contenedor. La temperatura durante el transporte es de 12-14 °C, toda vez que es un fruto sensible a daños por frío (Figura 6f).

CONCLUSIONES

A pesar de no contar con suficiente conocimiento para su manejo en general, la alta productividad que presenta el cultivo de yaca en México representa una valiosa oportunidad de trabajo para investigadores y pro-

ductores, tales como, realizar una descripción cuidadosa de los materiales biológicos locales u obtenidos por cruzamiento genético para su posible registro ante SNICS-SINAREFI, cultivo, plagas y manejo postcosecha. En México no existe información disponible para los materiales adaptados sobre técnicas de producción específicas, como poda, nutrición, control de plagas y enfermedades; sin embargo, debido al nicho de mercado de exportación con precios atractivos para este fruto, ha provocado que cultivos de alta tradición como mango y plátano, sean desplazados por la yaca.

AGRADECIMIENTOS

A los productores de yaca, en especial al Sr. Carlos Sánchez López y a la empresa Cabello Produce Corporation, por la información otorgada para la realización del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- Ahmed A.E.R., Labavitch J.M. 1980. Cell wall metabolism in ripening fruit. *Plant Physiology* 65: 1009-1013.
- APAARI. 2012. Jackfruit improvement in the Asia-Pacific Region a status report. Asia-Pacific Association of agricultural Research Institutions Bangkok, Thailand. 182 p.
- Balbach A., Boarim D.S.F. 1992. As frutas na medicina natural. Sao Paulo: Editora Missionaria.
- Chandrika U.G., Jansz E.R., Warnasuriya N.D. 2004. Analysis of carotenoids in ripe jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) kernel and study of their bioconversion in rats. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85: 186-190.
- Crane J.H., Balerdi C.F. 2000. La yaca en Florida. Departamento de Horticultural Sciences, Servicio de Extensión Cooperativa de la Florida, Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida. (UF/IUFAS). Documento HS1038, revisado en 2012. 9 p.
- Piña-Dumoulin G., Quiroz J., Ochoa A., Magaña-Lemus S. 2010. Caracterización físico-química de frutas frescas de cultivos no tradicionales en Venezuela I: La yaca. *Agronomía Tropical* 60 (1): 35-42.
- Khan R., Zerega N., Hossain S., Zuberi M.I. 2010. Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) Diversity in Bangladesh: Land use and artificial selection. *Economic Botany* 64 (2):124-136.
- Love K., Paull E.R. 2011. Jackfruit. *Fruits and Nuts*. College of tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Manoa. F-N-19.
- Ong B.T., Nazimah S.A.H., Osman A., Quek S.Y., Voon Y.Y., Mat Hashim D., Chew P.M., Kong Y.W. 2006. Chemical and flavor changes in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) cultivar J3 during ripening. *Postharvest Biology and Technology* 40: 279-286.



Figura 6. Manejo postcosecha de la yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) de exportación en Nayarit. a: Llegada del fruto a la empacadora; b: Selección, limpieza y pesado de frutos; c: Lavado de frutos; d: Inmersión en fungicida; e: Sellado de pedúnculo; f: Empaque y carga del contenedor.

Pushkumara D.K.N.G. 2006. Floral and fruit morphology and phenology of *Artocarpus heterophyllus* Lam. (Moraceae). Sri Lanka Journal Agriculture Science 43:82-106.

Selvaraj Y., Pal D.K. 1989. Biochemical changes during ripening of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.). J. Food Sci. Tech. 26:304-307.

SIACON-SAGARPA. 2012. Sistema de información estadística agrícola. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (En línea). Disponible en <http://www.siea.sagarpa.gob.mx/index>. (Fecha de consulta 11 de noviembre de 2012).

Worrel D.B., Sean-Carrington C.M. 1997. Breadfruit. In: Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits (ed. S.K. Mitra) pp. 347-363.



Mejoramiento genético participativo en

CACAO

(*Theobroma cacao* L.)

Avendaño-Arrazate C.H.¹., Mendoza-López A.²., Hernández-Gómez E.¹., López-Guillén G.¹., Martínez-Bolaños M.¹., Caballero-Pérez J.F.¹., Guillen-Díaz, S.³., Espinosa-Zaragoza, S.⁴

¹Campo Experimental Rosario Izapa-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Km. 18 Carretera Tapachula-Cacahoatán, Tuxtla Chico, Chiapas, México, CP. 30780. ²Agroindustrias Unidas de Cacao (AMCO), Km. 18. Carretera Costera Huixtla-Tapachula. ³Productor de cacao. Ejido Hidalgo, Tapachula, Chiapas. ⁴Facultad de Ciencias Agrícolas-Universidad Autónoma Chiapas.

*Autor responsable: avendano.carlos@inifap.gob.mx

RESUMEN

Las principales acciones para promover el rescate, conservación e investigación del cacao en México se realizan mediante el mejoramiento participativo para resistencia a enfermedades, como la moniliasis, enfermedad que ha mermado considerablemente el rendimiento en las zonas cacaoteras de México y el mundo, y se constituye como amenaza a la diversidad genética del cacao mexicano. Se intervinieron las comunidades cacaoteras de Chiapas y San Bartolomé Loxicha, Oaxaca para seleccionar más de 24 materiales promisorios para un programa de mejoramiento participativo, quedando finalmente tres tipos seleccionados por alto rendimiento y tolerancia a moniliasis (*Moniliophthora roreri*), otro con tolerancia intermedia y calidad, y un criollo de alto rendimiento y alta calidad.

Palabras clave: Selección participativa, cacao criollo, monilia.



INTRODUCCIÓN

El cacao se originó en la cuenca alta del río Amazonas y se extendió de Sudamérica hasta México, cuya amplia diversidad de ecosistemas ha favorecido el desarrollo de la agricultura y es donde se inició, desarrolló y perfeccionó la producción de cacao (Ogata *et al.*, 2006; Ogata *et al.*, 2003). En el mundo se producen 3.3 millones de toneladas de almendra de cacao anualmente; sin embargo, la producción se encuentra amenazada por la enfermedad Moniliasis (*Moniliophthora roreri*), descrita por numerosos investigadores como la enfermedad más severa en las plantaciones comerciales y considerada como el padecimiento más destructivo del cultivo en América Latina (Phillips, 2003; Phillips-Mora *et al.*, 2006; Phillips-Mora y Wilkinson 2007). Las limitantes en la producción de cacao, son la edad avanzada tanto de las plantaciones como de los productores, poca reconversión productiva y malas prácticas de beneficiado de la almendra (Avenidaño *et al.*, 2011). A pesar de que en México se tiene una amplia diversidad de cacao, ésta no es aprovechada para seleccionar materiales que demanda el mercado (Avenidaño *et al.*, 2010). Por lo anterior, mediante la participación directa de productores y con la metodología de mejoramiento participativo, se realiza un programa de selección de materiales promisorios en rendimiento, tolerancia a moniliasis y conservación de la diversidad del cacao criollo, partiendo de que el Mejoramiento Genético Participativo (MGP) incluye colaboración estrecha entre el investigador y productor (Martin y Sherington, 1997), y en términos particulares refiere además un involucramiento del productor en las últimas fases del programa de mejoramiento, incluyendo el establecimiento de objetivos, generación de variabilidad, selección y prueba, así como producción y distribución de la semilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

El MGP en cacao incluyó cinco fases: La primera consistió en la socialización del proyecto con los productores interesados en participar. Una vez que se formó el grupo de productores participantes, se definieron las características que le interesaban al productor para seleccionar un árbol (rendimiento mayor a 80 mazorcas/árbol/año), tolerancia a enfermedades (principalmente a moniliasis) y porcentaje de almendra blanca (>50 %), como criterio de calidad y tolerancia a sequía. La segunda fase consistió en la selección y etiquetado de árboles que reunían las características de la fase I; esto se hizo en forma consecutiva registrando cada ejemplar con las iniciales del productor. La tercera radicó en la caracterización morfológica *in situ* de los árboles seleccionados. La cuarta incluyó la inoculación artificial del hongo *M. roreri*, a los árboles promisorios que mostraron cierta tolerancia después de un año de observación, con el objetivo

de hacer las pruebas de resistencia y, con ello, realizar la evaluación de la enfermedad.

Medición de variables

Evaluación de la enfermedad

En cada planta, se hizo la estimación a nivel de parcela para conocer la incidencia inicial de la moniliasis, además de la cantidad de inóculo presente. Una vez registradas estas variables, se estimó la incidencia calculada, considerando el número de mazorcas enfermas y sanas, para derivar la proporción de plantas enfermas por árbol en cada una de las evaluaciones.

Severidad externa

Se basó en la apariencia externa del fruto y los signos del patógeno, utilizando la escala propuesta por Brenes (1983), donde: grado 0=fruto sano; 1=puntos aceitosos; 2=tumefacción o clorosis; 3=mancha (necrosis); 4=micelio hasta en 25% de la mazorca; 5=micelio en más de 25% de la mazorca. Esta variable mide el nivel de daño externo causado por el hongo y su habilidad para producir propágulos.

Severidad interna

Se basó en el porcentaje de necrosis interna observada en el fruto cuando este, cortado longitudinalmente y medido en relación con la escala desarrollada por Sánchez *et al.* (1987), calificó como: grado 0=cero área necrosada; 1=1-20% del área necrosada; 2=21-40% área necrosada; 3=41-60% área necrosada; 4=61-80% área necrosada;



5=100% área necrosada. Esta variable muestra la capacidad de daño interno que puede causar el hongo en la mazorca, afectando los granos. Para este estudio se utilizó la metodología desarrollada por Phillips (1986), que consiste en dos fases. La primera tiene lugar en el laboratorio, donde el patógeno se aísla a partir de tejido de frutos infectados por *M. royeri*; se purifica, el hongo se reproduce y las cepas obtenidas son utilizadas para preparar el inóculo. La segunda se lleva a cabo en campo, realizando las inoculaciones de manera artificial a mazorcas de aproximadamente dos meses de edad por el método de conidios en suspensión.

La quinta fase consistió en el establecimiento de parcelas para realizar ensayos de adaptación y pruebas de resistencia, y así corroborar la tolerancia a la enfermedad del material seleccionado.

Inoculación artificial de *Monilophthora royeri* para pruebas de resistencia

En los árboles seleccionados se realizó la inoculación artificial del hongo *M. royeri*, para corroborar la tolerancia a la enfermedad y descartar el efecto del ambiente. Para esto, se realizó el aislamiento del hongo, se cultivó *in vitro* para incrementar el inóculo y se inoculó artificialmente en campo.

Para los aislamientos en campo se colectaron frutos con síntomas y signos de la enfermedad (Figura 1a); en laboratorio se inocularon (Figura 1c), purificaron y replicaron en medio de cultivo V8 modificado (Figura 1b y 1c), y se utilizaron en la preparación de la solución de inóculo (Figura 1d y 1e).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Socialización del proyecto: Se realizó la presentación del proyecto y se socializó la información con productores de cacao de los cantones: El Bado y El Hular, Municipio de Tuzantán; y Tapachula, Chiapas, así como, en San Bartolomé Loxicha, Oaxaca (Figura 2). Los productores participantes fueron 15.



Figura 1. a) Mazorcas con síntomas y signos de moniliasis, b) aislamientos de *M. royeri*; c) *M. royeri* en medio de cultivo; d) preparación de inóculo.



Figura 2. Presentación del proyecto y socialización de la información con los productores interesados.

Selección y etiquetado de árboles promisorios

La selección se realizó con la participación de los productores en cada una de sus parcelas. Los criterios utilizados para ello fueron: rendimiento (tamaño de mazorca y semilla), cierta tolerancia a moniliasis, porte, vigor, y

cierto porcentaje de almendra blanca en las mazorcas. Se seleccionaron más de 50 árboles; sin embargo, sólo se caracterizaron 24, que fueron los promisorios. El etiquetado se realizó progresivamente con las iniciales del nombre del productor (Figuras 3 y 4). La selección de ár-



Figura 3. Búsqueda y selección de árboles promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.).



Figura 4. Etiquetado de árboles promisorios en Tuzantán, Chiapas y San Bartolomé Loxicha, Oaxaca, bajo la metodología de mejoramiento genético participativo.

boles en la comunidad de San Bartolomé Loxicha se realizó por la característica de que 100% de éstos eran cacaos criollos de almendra blanca, y de aroma fino, con el fin de realizar conservación *in situ*.

Caracterización morfológica *in situ* de los árboles seleccionados

La caracterización morfológica de los árboles seleccionados se realizó con el objetivo de diferenciarlos del resto de árboles de la plantación y llevar el seguimiento del comportamiento agronómico. Las características que se consideraron se muestran en el Cuadro 1.

Evaluación *in situ* de la enfermedad

Para esta variable se dio un seguimiento a los árboles seleccionados para cuantificar la presencia de moniliasis en los frutos, y se cuantificó su número en cuanto a sanas y enfermas (Figuras 5).

Evaluación *in situ* de árboles de cacao promisorios

Con el aislamiento de *M. royeri* en medios de cultivo PDA y transferido a V8, se inocularon 147 frutos y después de nueve semanas se evaluó la severidad externa (SE), severidad interna (SI), e incidencia (Cuadro 2).

El número de árboles y frutos varió en cada inoculación debido a la variación propia de la producción de “chilillos” (fruto inmaduro) en cada planta. De un total de 147 frutos inoculados, se registraron 138 sin daño alguno al momento de la evaluación (Figuras 6 y 7), lo que representó cerca de 94% de resistencia a la enfermedad, y dos frutos fueron susceptibles al hongo, representando una incidencia de 1.3% (Cuadro 3), de los cuales un fruto presentaba afección

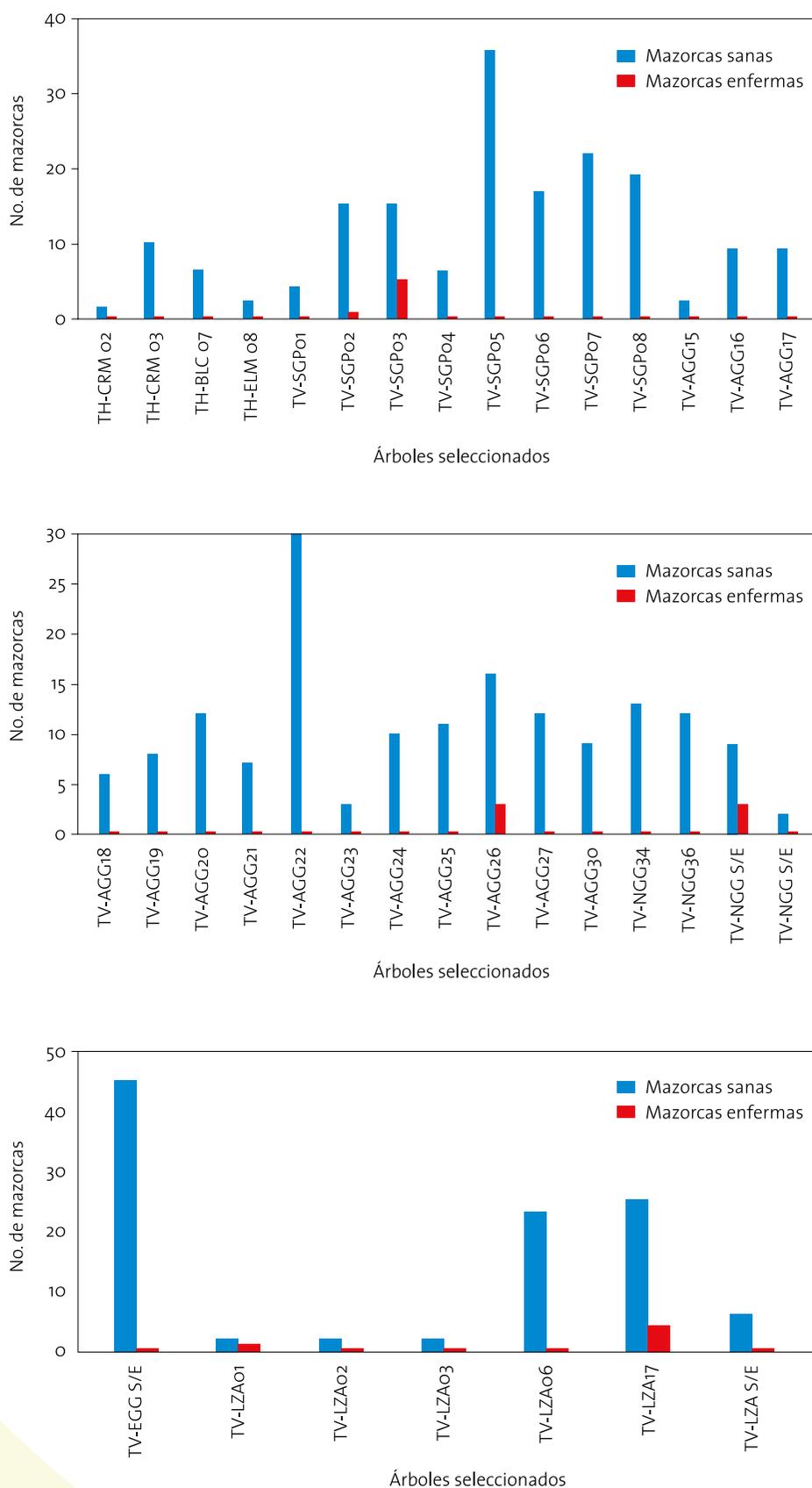


Figura 5. Evaluación de frutos (“mazorcas”) sanos y enfermos de árboles seleccionados, bajo la metodología de mejoramiento participativo.

Cuadro 1. Caracterización morfológica in situ de árboles de cacao seleccionados mediante la participación de productores en Tuzantán, Chiapas y San Bartolomé Loxicha, Oaxaca.

Descriptor	BLC-7	EE-11	SGP-2	SGP-7	LRE-10	LRE-11
Forma del fruto	Elíptica	Abovado	Elíptico	Abovado	Elíptico	Elíptico
Constricción basal del fruto	Suave	Suave	Suave	Suave	Suave	Suave
Forma del ápice del fruto	Aguda	Obtuso	Atenuado	Ligeramente atenuado	Obtuso	Obtuso
Longitud del fruto (cm)	17.33	12.6	18.44	17.23	16.6	15.45
Anchura del fruto (cm)	7.67	8.02	7.82	7.85	7.85	7.85
Forma en sección longitudinal	Obovoide	Obovoide	Elipsoide	Obovoide	Elipsoide	Elipsoide
Superficie del fruto	Ausente	Suave	Suave	Suave	Suave	Intermedio
Color principal del fruto	Amarillo	Verde-amarillo	Verde	Café suave	Amarillo	Amarillo
Rugosidad del fruto	Ausente	Intermedio	Suave	Suave	Intermedio	Suave
Grosor del exocarpo	1.19	1.18	1.52	1.3	1.54	1.24
Dureza de la cáscara	Media	Media	Dura	Media	Dura	Media
Peso del fruto (g)	433.71	450.55	440.4	420.59	390.28	360.42
Peso de 100 semillas (g)	125	92.08	108.28	142.54	104.39	125.58
Número de semillas por fruto	39	38.5	42.8	40.8	36.3	38.4
Longitud de semilla (g)	2.41	2.24	2.13	2.45	1.97	2.132
Anchura de semilla (g)	1.23	1.61	1.17	1.4	1.12	1.38
Grosor de semilla (g)	0.83	0.77	0.67	0.88	1.21	1.2
Peso de semilla con musilago (g)	2.61	2.64	2.01	2.3	2.15	2.58
Peso de semilla sin musilago (g)	1.82	1.7	1.2	1.43	1.3	1.6
Color de la semilla	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Púrpura
Forma de la semilla	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Ovada

Cuadro 1. Continuación...

Descriptor	SGP-08	LRE-12	NGG-36	SGP-05	SGP-06	AGG-16
Forma del fruto	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Oblonga	Elíptica
Constricción basal del fruto	Intermedia	Suave	Intermedia	Suave	Ausente	Suave
Forma del ápice del fruto	Atenuado	Obtuso	Ligeramente agudo	Atenuado	Obtuso	Atenuado
Longitud del fruto (cm)	17.01	15.74	22.8	18.63	16	20
Anchura del fruto (cm)	6.9	8.36	9.94	8.52	8.25	8.54
Forma en sección longitudinal	Elipsoide	Elipsoide	Elipsoide	Esferoide	Obovoide	Elipsoide
Superficie del fruto	Suave	Suave	Suave	Suave	Suave	Intermedio
Color principal del fruto	Verde-amarillo	Naranja	Rojo	Verde-amarillo	Verde-amarillo	Amarillo
Rugosidad del fruto	Suave	Suave	Intermedio	Suave	Ausente	Suave
Grosor del exocarpo	1.42	1.54	1.7	1.32	1.39	1.53
Dureza de la cáscara	Media	Media	Dura	Media	Media	Media
Peso del fruto (g)	400.24	380.28	850.35	485.88	371.92	416.66
Peso de 100 semillas (g)	105.59	123.63	135.17	138.5	136.4	98.31
Número de semillas por fruto	34.7	29.88	46.5	42.14	37.85	37.3
Longitud de semilla (g)	1.83	2.23	2.36	2.44	2.42	2.05
Anchura de semilla (g)	1.2	1.16	1.24	1.18	1.24	1.18
Grosor de semilla (g)	0.8	1.24	0.871	0.81	0.84	0.82
Peso de semilla con musilago (g)	2.54	2.65	2.63	2.49	2.5	2.46
Peso de semilla sin musilago (g)	1.33	1.47	2.07	1.72	1.33	1.25
Color de la semilla	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Púrpura
Forma de la semilla	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Oblonga	Oblonga

Cuadro 1. Continuación...

DESCRIPTOR	AGG-18	LZA-51	AGG-20	AGG-22	AGG-23	AGG-24
Forma del fruto	Oblongo	Abovado	Abovado	Elíptica	Oblongo	Elíptica
Constricción basal del fruto	Ausente	Suave	Suave	Suave	Ausente	Suave
Forma del ápice del fruto	Obtuso	Obtuso	Atenuado	Obtuso	Obtuso	Obtuso
Longitud del fruto (cm)	16	13.01	14.94	20.35	18.91	18.18
Anchura del fruto (cm)	8.08	8.79	7.78	7.8	8.34	8.28
Forma en sección longitudinal	Cilíndrico	Obovoide	Elipsoide	Elipsoide	Obovoide	Elipsoide
Superficie del fruto	Suave	Intermedio	Suave	Suave	Intermedio	Suave
Color principal del fruto	Amarillo	Intermedio	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Verde
Rugosidad del fruto	Suave	Amarillo	Suave	Suave	Suave	Suave
Grosor del exocarpo	1.41	1.21	1.09	1.56	0.71	1.34
Dureza de la cáscara	Media	Media	Media	Media	Delgada	Media
Peso del fruto (g)	425	443.5	242	368.64	343.32	464
Peso de 100 semillas (g)	117.9	115.1	110.1	126.7	91.97	132.06
Número de semillas por fruto	34.57	39.6	32	37.14	33.85	38
Longitud de semilla (g)	2.39	2.25	1.85	2.26	2.32	2.32
Anchura de semilla (g)	1.28	1.19	1.08	1.4	1.51	1.44
Grosor de semilla (g)	0.81	0.65	0.66	0.73	0.79	0.77
Peso de semilla con musilago (g)	2.75	2.1	2.66	2.59	3.89	2.67
Peso de semilla sin musilago (g)	1.56	1.6	1.08	1.46	1.63	1.7
Color de la semilla	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Púrpura
Forma de la semilla	Oblonga	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica

Cuadro 1. Continuación...

DESCRIPTOR	AGG-30	AGG-17	AGG-28	AGG-19	LZA-52	LOXIXHA-1
Forma del fruto	Elíptico	Elíptica	Oblongo	Elíptica	Abovado	Oblongo
Constricción basal del fruto	Ausente	Suave	Grande	Ausente	Suave	Ausente
Forma del ápice del fruto	Atenuado	Obtuso	Obtuso	Obtuso	Obtuso	Obtuso
Longitud del fruto (cm)	18.85	15.69	19	17.4	12.86	14.27
Anchura del fruto (cm)	7.82	8.09	8.61	9.94	9.02	7.77
Forma en sección longitudinal	Cilíndrico	Elipsoide	Elipsoide	Elipsoide	Obovoide	Obovoide
Superficie del fruto	Suave	Suave	Intermedio	Intermedio	Suave	Intermedia
Color principal del fruto	Amarillo	Café	Amarillo	Verde-amarillo	Suave	Naranja
Rugosidad del fruto	Suave	Suave	Intermedio	Intermedio	Amarillo	Intermedia
Grosor del exocarpo	1.84	1.42	1.52	1.63	1.48	1.44
Dureza de la cáscara	Dura	Media	Media	Media	Media	Media
Peso del fruto (g)	574.1	251	510	467.5	430.5	250
Peso de 100 semillas (g)	123.84	98.55	103	105	110.1	98.1
Número de semillas por fruto	29.7	30.9	41	30	38.9	17
Longitud de semilla (g)	2.3	2.15	2.38	2.1	2.35	2.38
Anchura de semilla (g)	1.16	1.2	1.16	1.2	1.26	1.29
Grosor de semilla (g)	0.74	0.87	0.86	0.85	0.7	1.11
Peso de semilla con musilago (g)	2.23	2.81	2.13	2.3	2.1	1.9
Peso de semilla sin musilago (g)	1.54	1.38	2.07	1.7	1.8	1.4
Color de la semilla	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Crema
Forma de la semilla	Elíptica	Oblonga	Oblonga	Oblonga	Elíptica	Ovada

Cuadro 2. Relación de códigos designados a cada clon, número de frutos inoculados y total de frutos inoculados por clon (árbol promisorio).

No. Clon	Ino. 1	Ino. 2	Ino. 3	Ino. 4	Ino. 5	Ino. 6	Ino. 7	Frutos
RDD1-I			3	1	1			5
RDD1-II				5	1	1		7
RDD1-III		1				2	3	6
RDD1-IV	2	3		2	1		2	10
RDD1-V					2	3	1	6
RDD1-VI				3				3
RDD1-VII		2		1	2	2		7
RDD1-VIII		1	3				3	7
RDD1-IX		2		1	1	3		7
RDD1-X	1		2		1	2		6
RDD1-XI		2		4		3		9
RDD1-XII	1				2	1		4
RDD1-XIII	2				2		3	7
RDD1-XIV			3			1	3	7
RDD1-XV		3	1				1	5
RDD1-XVI			2			3		5
RDD1-XVII			3	1				4
RDD1-XVIII		1	3			2		6
RDD1-XIX	2		1				3	6
RDD1-XX	2	2						4
RDD1-XXI	2				3			5
RDD1-XXII	1		1		2			4
RDD1-XXIII			1			2	2	5
RDD1-XXIV	1			2			1	4
RDD1-XXV	4	2						6
RDD1-CL-6				2				2
Totales	18	19	23	22	18	25	22	147

Cuadro 3. Frutos inoculados y resultado de las evaluaciones.

No. evaluación	No. frutos inoculados	Muertos	Resistentes	Susceptibles
1	18	3	13	2
2	19	0	19	0
3	23	0	23	0
4	22	3	19	0
5	18	0	18	0
6	25	0	25	0
7	22	1	21	0
Totales	147	7	138	2
Porcentajes	100	4.7619	93.8776	1.3605



Figura 6. Frutos (RDD1) sin daño alguno al momento de la evaluación.



Figura 7. Corte longitudinal de la mazorca sin daño interno.

interna grado uno, otro grado dos de afección externa, y grado cinco de afección interna (Figura 8). Asimismo, se encontraron siete frutos muertos.

En la evaluación, todos los frutos del criollo Rojo Samuel (Nombre que se le da al material en honor al productor que lo seleccionó: Samuel Guillén Díaz) inoculados como control, se registraron daños por *M. royeri* (teniendo presentes casi todos los grados de afección tanto externa como interna) (Figura 9), con un grado de afección externa mínimo de dos y grado de afección interna mínimo de 4 (Cuadro 4).

Establecimiento de parcelas

Para ensayos de adaptación y validación de los clones RDD1 y RDD2, y Criollo Rojo Samuel como testigo, se establecieron tres parcelas durante 2013 en los municipios de Frontera



Figura 8. Fruto (RDD1) dañado por *M. royeri*, SE grado 2 y SI grado 5.



Figura 9. Frutos del cacao criollo Rojo Samuel susceptibles a *M. royeri*, SE grado 2 y SI grado 4.

Cuadro 4. Frutos inoculados como controles susceptibles por cada inoculación y resultados de la evaluación.

Evaluación control							
No. evaluación		Número de frutos					Total frutos
		1	2	3	4	5	
1	SE	3	4	3	4	3	5
	SI	5	4	4	5	4	
2	SE	4	3	4	3	4	5
	SI	5	4	5	4	4	
3	SE	3	5	3	4	4	5
	SI	4	5	4	4	5	
4	SE	2	3	2	4	2	5
	SI	4	5	4	5	4	
5	SE	3	4	2	5	3	5
	SI	5	5	4	5	4	
6	SE	3	4	3	4	4	5
	SI	4	5	4	5	5	
7	SE	4	3	5	4	3	5
	SI	5	4	5	5	4	

Hidalgo, Cacahoatán y Tuxtla Chico, Chiapas, mediante la técnica de injertado de chupón basal en plantas de 15 a 20 años de edad, con el objetivo de que entre 12-14 meses se obtengan frutos para realizar las pruebas de resistencia y así corroborar la tolerancia a la enfermedad de la moniliasis.

Dentro de las ventajas del MGP está la focalización de los fondos para la investigación, alta adopción, estrecha relación con la cultura local, conocimiento y empoderamiento del campesino (Wetzien y Christinck, 2009), que facilita la transferencia tecnológica de los nuevos materiales. A diferencia del mejoramiento convencional, el MGP considera que la selección, multiplicación, conservación y diseminación de semillas la realicen los productores (Ríos, 2000).

CONCLUSIONES

El MGP en cacao es una metodología eficaz para la selección de nuevos materiales biológicos que son de interés de los productores. La multiplicación y transferencia a otros productores puede ser más fácil debido a que intervienen activamente en las fases de selección de árboles, intercambian experiencias de forma permanente que ayuda en la sensibilización, credibilidad y adopción del nuevo material con los criterios que ellos definieron tales como, tolerantes a enfermedades (moniliasis), cacaos criollos de almendra blanca, con mayor calidad y aroma).

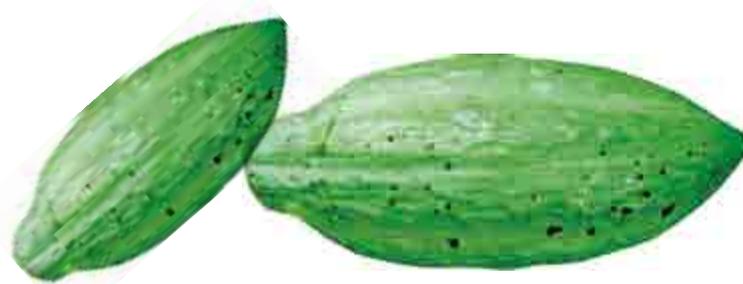
AGRADECIMIENTOS

Al Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (SAGARPA-SNICS-SINAREFI) por el financiamiento otorgado al proyecto: Mejoramiento genético participativo en cacao y a los productores cooperantes en el proyecto de mejoramiento genético participativo en cacao de Chiapas y Oaxaca por las facilidades brindadas para realizar el proyecto.

LITERATURA CITADA

Avendaño-Arrazate C.H., Ogata-Aguilar N., Gallardo-Méndez R.A., Mendoza-López A., Aguirre-Medina J.F., Sandoval-Esquívez A. 2010. Cacao diversidad en México. Publicación especial No.1, INIFAP. Campo Experimental Rosario Izapa, México. 86 p.

- Avendaño-Arrazate C.H., Gallardo-Méndez R.A., Mendoza-López A., Aguirre-Medina J.F., Sandoval-Esquívez A. 2010. Diagnóstico del cacao en México.
- Brenes, O. 1983. Evaluación de la resistencia a *Monilia roleri* y su relación con algunas características morfológicas del fruto de cultivares de cacao. Tesis M. Sc. Turrialba, UCR-CATIE. 60 p.
- Martin A., Sherington J. 1997. Participatory research methods-Implementation, effectiveness and institutional context. *Agricultural Systems* 55 (2): 195-216
- Ogata N. 2003. Domestication and distribution of the Chocolate tree (*T. cacao* L.) in Mexico. In: Gómez-Pompa, A., M Allen & S. Fedick (Eds.). *Lowland Maya Area: Three milleniaatthehuman-wildland interface*. Haworth Press. New York.
- Ogata N., A. Gómez-Pompa & K.Taube. 2006. The Domestication of cacao in the Neotropics. In: McNeil, C. L. 2006. *Chocolate in Mesoamerica: A cultural history of Cacao*. University Press of Florida.
- Philips-Mora W. 2003. Nuevas expectativas en la lucha contra la moniliasis del cacao: origen, dispersión y diversidad genética del hongo *Moniliophthora roleri* en incorporación de fuentes de resistencia a través del mejoramiento genético. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 3 p.
- Philips-Mora W. Wilkinson M.J. 2007. Frosty pod of cacao: A disease with a limited geographic range but unlimited potential for damage. *Phytopathology* 97: 1644-1647.
- Phillips M.W., Coutiño A., Ortiz C.F, López A.P., Hernández J., Aime M.C. 2006. First report of *Moniliophthora roleri* causing frosty pod rot (moniliasis disease) of cocoa in Mexico. *Plant Pathology*. 55: 584.
- Rios H., Ortiz R., Ponce M., Verde G., Mart'n L. 2000. Farmers participation and access to agricultural biodiversity: response to plant breeding limitations in Cuba. In: *Conservation and Sustainable Use of Agricultural Biodiversity: A Sourcebook*. International Potato Center Users Perspectives with Agricultural Research and Development. Los Baños, Laguna Phillipines. 382-288.
- Sánchez, J., Brenes, O., Phillips W., Enríquez G. 1987. Metodología para la inoculación de mazorcas de cacao con el hongo *Moniliophthora (Monilia) roleri*. *Proceedings of the Tenth International Cocoa Research Conference*. Santo Domingo, Dominican Republican.
- Wetzien E., Christinck A. 2009. Methodologies for priority setting In: *Plant breeding and farmer participation*. S. Ceecarelli, E.P. Guimaraes, E. Weltzien (Eds). FAO, Rome.



C A C A O



Las ciencias agrícolas mexicanas y sus protagonistas

Volumen 3
Casas, Infante, Jiménez y Martínez

La historia de esta serie de publicaciones, que pretende honrar a los iniciadores —y ahora continuadores— de la investigación en ciencias agrícolas en México se remonta a 1982, cuando el Dr. Leobardo Jiménez Sánchez —un visionario— empezó a entrevistar personas paradigmáticas en la investigación agrícola de nuestro país, publicando un volumen de entrevistas con ellos en 1984. Posteriormente Eduardo Casas Díaz y Gregorio Martínez Valdés recogieron unas cuantas entrevistas de aquel volumen y las complementaron con otras realizadas por ellos, todas las cuales se publicaron en la obra *Las Ciencias Agrícolas Mexicanas y sus Protagonistas*, ya en esta colección (BBA). Un segundo volumen, editado por Eduardo Casas, Said Infante y Gregorio Martínez, incorporó investigadores más jóvenes, pero también incluyó semblanzas de personas ya fallecidas.

Este tercer volumen reproduce tres entrevistas de la obra de Jiménez y añade otras 15 de investigadores/as todavía, felizmente, en activo.



Manzaneros chihuahuenses / Trayectoria y organización

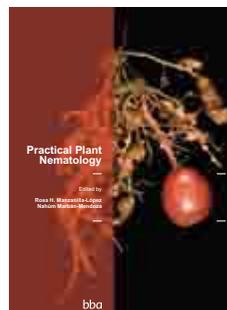
Rita C. Favret Tondato

La importancia de este libro está en identificar la producción de la manzana como una actividad dinámica en el territorio del oeste

del estado de Chihuahua, y la trayectoria de los empresarios frutícolas con sus organizaciones.

En el mismo, se relata la historia de esta zona manzanera, aunque el objetivo principal es explicar las acciones de los empresarios manzaneros y la consolidación de sus organizaciones para mejorar la calidad de la fruta y defender su venta en el mercado nacional, en la etapa de la apertura comercial, la globalización de la economía y la competencia con la fruta importada de Washington (Estados Unidos).

Con este estudio, se pretende lograr que las políticas públicas perfeccionen el enfoque territorial integrando las distintas redes productivas, con el propósito de apoyar la valoración espacial que realizan los actores locales, considerar la importancia histórica de los cultivos, las inversiones tecnológicas y en infraestructura, el arraigo cultural, el potencial de los actores sociales y sus organizaciones; tener políticas públicas comprometidas con una producción saludable, con cuidado del medio ambiente y que permitan mejorar la alimentación de los mexicanos.



Practical plant nematology

Rosa H. Manzanilla y Nahúm Marbán

Plant-parasitic nematodes, often referred to as the 'hidden enemy', are responsible for major crop losses worldwide, both in commercial and subsistence agriculture. Unfortunately,

this cryptic nature contributes to the reduced attention paid to these pests – they may even be excluded from major crop protection and plant breeding programs. The purpose of this book is to provide an introduction to practical plant nematology and is aimed at degree level and postgraduate students of agronomy, biology, extension, phytosanitation, and at other professionals involved in crop protection activities and plant disease diagnostics.

The book has three main sections. The first six chapters cover the biology, morphology, taxonomy and practical aspects of symptomatology, sampling, preparation and identification of nematodes using both classical and molecular approaches. The second part of the book comprises ten chapters and deals with the taxonomy, diversity and bionomics of the most economically important plant-parasitic nematode groups. Thirdly, the final seven chapters deal with the ecological (*e.g.*, nematodes as bioindicators), biochemical and molecular processes involved in plant-nematode interactions, and with the chemical and non-chemical methods used to manage nematodes as part of an integrated pest management approach. Statutory measures dealing with quarantine issues and knowledge dissemination (farmer field schools and knowledge transfer) aspects are also included to demonstrate the need for a more holistic approach. Finally, a statistics chapter outlining the planning and analysis of experiments is provided, this being an area where many students frequently require advice and support.



Herbolaria mexicana

F. Alberto Jiménez Merino

El conocimiento y uso de las plantas medicinales para mantener o recuperar la salud es tan antiguo como la existencia del hombre. La herbolaria ha sido practicada por la mayoría de las civilizaciones; fue ampliamente difundida por griegos y romanos como Galeno e Hipócrates, cuya enseñanza médica rigió al mundo hasta la Edad Media.

Recientemente ha resurgido el interés por las plantas medicinales. Muchos de los medicamentos de la industria farmacéutica contienen derivados de ellas. Según la herbolaria china existe una planta para casi cualquier trastorno de la salud. Por otra parte, también debemos tomar en cuenta el carácter preventivo que tiene el consumo de las plantas para muchas enfermedades.

En esta obra se caracterizan 457 plantas y productos como una contribución al estudio de la herbolaria, destacando el papel que pueden jugar en la economía de las comunidades rurales, debido a la creciente industria de productos herbales farmacéuticos. Se previene también sobre la recolección excesiva de algunas especies, varias de ellas en peligro de extinción.



Novedad 2013

Gramíneas introducidas

Adrián R. Quero Carrillo

El debate sobre la conveniencia de introducir especies exóticas en un país cualquiera está vigente en todo el mundo. En México, la información sobre gramíneas forrajeras introducidas es muy escasa, aunque existen muchas especies establecidas en el país. Sobre el tema existen posiciones encontradas; ante el pastoreo devastador que se practica en grandes superficies del territorio nacional existen: dejar el suelo desnudo, o promover la adopción de especies introducidas; como gramíneas africanas u otras, para generar mayor cobertura vegetal y reducir la erosión física.

Para lograr una mayor producción de ganado en pastoreo extensivo es necesario estudiar los recursos genéticos representativos de la diversidad natural de especies cuyo origen genético está en África; para identificar en ellas factores de resistencia a sequía, digestibilidad, fijación de N, supervivencia, digestibilidad de tallos, etcétera.

Este libro trata de la ganadería que se practica en tierras de temporal, y en él se analizan diversos aspectos prácticos y teóricos relacionados con las gramíneas introducidas, resaltado la importancia de utilizar racionalmente los recursos genéticos forrajeros para evitar el deterioro de los ecosistemas de producción ganadera, con el fin de salvaguardar los recursos genéticos de las especies nativas.



Novedad 2013

Energía alterna y biocombustibles

Pérez Vázquez, García Pérez

Los biocombustibles son un tema sin duda polémico, con relevancia actual y futura. En esta obra se incluyen 19 contribuciones de diferentes autores, presentadas en el Congreso Internacional sobre Biocombustibles y Energías Alternas, que se realizó en el World Trade Center de la ciudad de Boca de Río, Ver., México, en octubre de 2011.

Aquí se presentan avances científicos importantes sobre fuentes de energía alterna y biocombustibles, por expertos de diversos países (Brasil, Alemania, Colombia, Argentina y México). Se incluye también investigación en temas como:

Experiencias exitosas; Energías alternas; Germoplasma y mejoramiento genético; Industrialización y comercialización; Manejo agronómico; Aspectos socioeconómicos y ambientales.

Los estudiosos de estos temas podrán documentar aquí sus inquietudes sobre estos tópicos, así como encontrar resultados tangibles, cuya aplicación puede contribuir a mitigar los efectos de la crisis energética mundial y a paliar los efectos del cambio climático, acentuado por la quema de combustibles fósiles.

Colecciones y Series

Serie: Deliberaciones



Novedad 2013

Ejercicios demográficos

y otras reflexiones (1946-1996)

El Ing. Emilio Alanís Patiño perteneció a la primera generación de agrónomos que, habiendo iniciado sus estudios en la vieja Escuela Nacional de Agricultura de San Jacinto, los concluyó en la exhacienda de Chapingo en 1928. Fue uno de los dos primeros estadísticos profesionales mexicanos, habiéndose graduado en Roma en 1932 como Magister, bajo la tutoría de Corrado Gini, una de las figuras icónicas de la estadística mundial en el siglo XX.

En el presente volumen se recogen 12 ensayos, principalmente sobre demografía, escritos por Don Emilio entre 1946 y 1996. La selección –espigada de su extensa obra escrita– la realizó él mismo poco antes de morir. La lectura de estos ensayos nos regala una visión del siglo XX mexicano desde el punto de vista de la evolución poblacional del país. No es un ejercicio de nostalgia: es una ventana al futuro.

Serie: Memoria recobrada



Novedad 2013

Perfiles, Ramón Fernández y Fernández

Luis E. Chalita Tovar

Don Ramón Fernández y Fernández fue miembro de la primera generación de agrónomos que inició sus estudios en San Jacinto y los concluyó en la exhacienda de Chapingo. Es, por tanto; con Emilio Alanís Patiño, Marte R. Gómez, Edmundo Flores, y una pléyade de muy distinguidos Chapingueros, un testigo de excepción de una época en que el país estaba por rehacerse desde las raíces. En esta biografía, escrita por Luis Eduardo Chalita, uno de sus alumnos predilectos, el lector podrá asomarse no solo a la vida de Chapingo en las décadas de los años treinta a los ochenta, sino a la del país entero. Entre algunos aspectos dignos de destacarse están la pintura de los frescos de Diego Rivera en la Capilla, la evolución, avances y fracasos de la Reforma Agraria en México y otros países de Sudamérica, y los cambios en la estructura agraria del país. Hoy, cuando más de 100 000 agrónomos compiten por puestos de trabajo muy escasos, sorprende las oportunidades que se ofrecían en aquella época a los egresados de la Escuela Nacional de Agricultura. Más que lamentarse por el paraíso perdido, habrá que reflexionar como intentar recuperarlo.

Serie: Memoria recobrada



Haré valla en la calle de victoria

Relatos de Goyo Martínez
Gregorio Martínez Valdés

El libro Haré Valla en la Calle de Victoria, Relatos de Goyo Martínez, tiene una larga historia. La parte de evocaciones —y

por supuesto invenciones— de la vida de un estudiante excepcional (Gregorio Martínez Valdés) de la Narro se publicó en una edición muy modesta en 1991. No es un anecdotario. El personaje principal será siempre la Narro, y el trasfondo será el eje Buenavista-Saltillo. Cada quién pondrá una cara y una voz a la protagonista saltillense, en particular a Estrella, que aparece aquí y allá, y cada quién pondrá una cara y una voz —y a veces nombres y apellidos—, a los actores incidentales. Será un juego divertido y levemente nostálgico. Sin embargo, los acontecimientos enmarcados en una época determinada (los años cincuenta) no serán exclusivos: habían ocurrido antes o habrán ocurrido después en Buenavista, pero quizás también en Chapingo o Ciudad Juárez.

Ahora se presenta una edición muy cuidada del libro original, adicionando diversos relatos del gran Goyo. Seguramente la disfrutaremos todos los agrónomos de México.

Serie: Memoria recobrada



Vivir entre dos siglos / La vida de un agrónomo

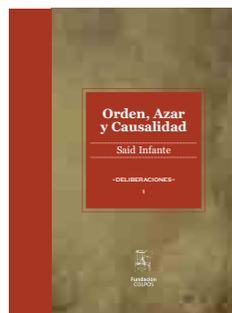
Emilio Alanís Patiño

Don Emilio Alanís Patiño fue un agrónomo emblemático de los mejores valores de la Escuela Nacional de Agricultura en el Siglo

XX. Miembro de la primera generación que terminó sus estudios en la ex-hacienda de Chapingo, habiéndolos iniciado en San Jacinto, Don Emilio fue un precursor en muchos sentidos. Por intermediación del Ing. Juan de Dios Bojórquez (otro agrónomo ilustre) fue, junto a Gilberto Loyo, uno de los dos primeros mexicanos en cursar un postgrado en disciplinas estadísticas; y nada menos que bajo la tutoría de Corrado Gini, seguramente el estadístico más influyente en la década de los años veinte del siglo pasado.

En sus más de 50 años subsecuentes de ejercicio profesional, Alanís Patiño marcó el crédito agrícola, la demografía, las estadísticas agrícolas y, en general, la vida intelectual del país. En esta autobiografía, publicada por primera vez en 1990, el autor establece un paralelismo entre su vida (de ahí el título “Vivir entre dos Siglos”) y el devenir del Siglo XX. Los lectores maduros encontrarán gratas remembranzas, y los jóvenes seguramente aprenderán algo de la historia, ya no tan reciente.

Serie: Deliberaciones



Orden, azar y causalidad

El lenguaje de la ciencia moderna
Said Infante Gil

En este ensayo se analiza el curso de tres ideas fundamentales en el desarrollo de la ciencia: el orden, la causalidad y el azar.

Partiendo del orden Aristotélico fundado en los cuatro elementos; y pasando por la Revolución Científica que culmina con Newton y el primer paradigma; se analiza la confluencia de la ciencia, el arte y la filosofía.

El relato nos lleva; por la ruta de la física, por los trabajos de Kepler, Ticho Brahe, Copérnico, Galileo, Newton, Planck, Einstein, Bohr, Heisenberg... Por la ruta de la Biología, la atención se centra en los trabajos de Darwin, Mendel y Galton. Se analiza también el papel de la metodología estadística en el predominio actual de la idea de Modelo Probabilístico, enfatizando el papel de Karl Pearson y Ronald Fisher en este cambio de paradigma.

Colección



Métodos estadísticos

Un enfoque interdisciplinario
Said Infante Gil

La primera edición de la obra Métodos Estadísticos: un Enfoque Interdisciplinario, vio la luz en enero de 1984, agotándose su

primer tiraje (de 3,000 ejemplares) en menos de seis meses. Desde entonces se ha reimpresso regularmente, en promedio una vez por año, con tirajes de entre 1,000 y 1,500 ejemplares cada vez. Puede decirse que, dentro de la exigua tradición de la literatura científica en México, se ha convertido en un clásico en el que han abrevado ya 29 cohortes de estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado de México, Centro y Sudamérica, y del suroeste de los EE UU.

Esta tercera edición, ahora bajo el sello editorial del Colegio de Postgraduados, incluye varias novedades; entre ellas la posibilidad de usar el paquete R (de libre acceso) para trabajar los ejemplos en el texto y los ejercicios al final de cada capítulo. Seguramente este libro seguirá siendo una referencia adecuada para todo estudiante de ciencias experimentales y sociales.

Ofrece sus Maestrías en Ciencias y Doctorados en Ciencias, competentes a nivel internacional, reconocidos por el Padrón Nacional de Postgrado de Calidad del CONACYT



Colegio de Postgraduados

Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas
CAMPUS MONTECILLO

RECONOCIDOS POR EL PADRÓN
NACIONAL DE POSTGRADO DE
CALIDAD DEL CONACYT

Maestría y Doctorado en Botánica

La formación de Maestros(as) y Doctores(as) en Botánica se lleva a cabo mediante un programa de cursos y un trabajo de investigación. Los cursos tienen la finalidad de fortalecer y actualizar los conocimientos del estudiante en aquellas áreas de la ciencia requeridas en su formación académica. El trabajo de investigación permite a los candidatos(as) a Maestros(as) y Doctores(as) una vivencia directa con el método científico.

Botánica es el único postgrado en México con ésta especialidad y cuenta con planes de estudio flexibles que permiten interactuar con los demás programas del Colegio de Postgraduados, así como con otras instituciones del país y del extranjero.

La importancia de este postgrado radica en el hecho de que México es uno de los 11 países reconocidos como Megadiversos, por albergar una desproporcionada riqueza de flora y fauna, así como un acervo extraordinario de endemismos.

Objetivo

Formar Doctores(as) y Maestros(as) en Ciencias en Botánica, con nivel académico alto, dedicados(as) a la comprensión de las jerarquías biológicas, que permitan una gestión pertinente de los recursos naturales renovables relacionados con la producción alimentaria y los que producen otros bienes y servicios demandados para el desarrollo económico del país; así como, académicos(as) enfocados al entendimiento de los sistemas vegetales que propicie la utilización racional, manejo, conservación y recuperación de los recursos naturales.

Perfil del egresado

Los y las especialistas formados en el Programa de Botánica amplían sus oportunidades y conocimientos para enfrentar retos en el uso, manejo y conservación de la biodiversidad, que incluye especies silvestres y domesticadas, con importancia alimentaria, agronómica, farmacéutica, forestal, medicinal y forrajera, entre otras.

Líneas de investigación

- Fisiología y Bioquímica Vegetal y su relación con el ambiente
- Botánica Funcional
 - Biofísica
 - Bioquímica
 - Ecofisiología de Cultivos
 - Fisiología Vegetal
 - Fitoquímica
- Morfología y Anatomía Vegetal
- Botánica Estructural
 - Anatomía
 - Histoquímica
 - Morfología Vegetal
- Biosistemática, Ecología y Gestión de Recursos Naturales
- Botánica de Campo
 - Biología de malezas
 - Ecología
 - Etnobotánica
 - Sistemática

Ventaja competitiva

- 50 años de Excelencia Académica
- Planta docente con postgrados reconocidos
- Prestigio nacional e internacional
- Becas para estudiantes de origen nacional
- Centro de investigación con reconocimiento nacional e internacional

CORREO ELECTRÓNICO Y PÁGINA EN INTERNET

www.agropostgrados.mx
www.colpos.mx
botanica@colpos.mx

Colegio de Postgraduados

Carretera México-Texcoco, Km. 36.5
Montecillo, Estado de México, 56230
Tel. (55) 5804.5947
(595) 952.0247
(595) 952.0200 ext. 1276

Departamento de Servicios Académicos

Carretera México-Texcoco, Km. 36.5
Montecillo, Estado de México, 56230
Tel. (595) 952.0200 ext. 1516 y 1517
01 (55) 5804.5900 ext. 1516 y 1517

Ofrece sus Maestrías en Ciencias y Doctorados en Ciencias, competentes a nivel internacional, reconocidos por el Padrón Nacional de Postgrado de Calidad del CONACYT



Colegio de Postgraduados
Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas
CAMPUS MONTECILLO



Orientación en Fisiología Vegetal

La Orientación en Fisiología Vegetal forma parte del Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad. A la Orientación ingresan profesionistas que han completado su licenciatura o maestría. Los aspirantes al postgrado son seleccionados con base en el Reglamento de Actividades Académicas del CP y los demás requisitos exigidos por el Postgrado en recursos Genéticos y Productividad.

Actualmente, el postgrado cuenta con reconocimiento por el Padrón Nacional de Postgrados de Calidad del CONACYT, como Competente a Nivel Internacional para la Maestría en Ciencias y como Alto Nivel para el Doctorado en Ciencias.

La Orientación en Fisiología Vegetal enfatiza los estudios de los procesos fisiológicos que suceden durante el crecimiento y desarrollo de las especies vegetales, en respuesta a las condiciones ambientales y al manejo agrícola, para determinar estrategias que permitan maximizar el aprovechamiento de los recursos ambientales disponibles, tanto para la producción de cultivos como para la mejora genética de su potencial productivo. Por lo que tiene como objetivo formar recursos humanos altamente capacitados y generar conocimientos básicos y tecnologías en esta área de estudio.

Objetivo

Formar y capacitar recursos humanos de alto nivel académico, en disciplinas afines a la producción pecuaria, como son los especialistas de diversas áreas: biólogos, ingenieros agrónomos zootecnistas, médicos veterinarios y carreras afines.

Perfil del egresado (a)

El egresado(a) esta preparado(a) para generar soluciones e innovaciones de acuerdo con la problemática de la producción agrícola, en un contexto de sustentabilidad ambiental; adquiere una actitud

de empatía social y de liderazgo que le permita ejercer y ocupar posiciones que demandan altos niveles de responsabilidad y capacidad técnica en los sectores público, privado y educativo; también, emprender y desarrollar empresas exitosas. Asimismo, está preparado para formar recursos humanos con capacidad analítica y científica, que contribuyan a resolver problemas y generar innovaciones tecnológicas.

Plan de estudios

Los y las estudiantes de maestría o doctorado aceptados en este postgrado entregarán su plan de estudios con base en su interés y perspectivas profesionales, bajo la supervisión de un Consejo Particular. El plan se integra con cursos reguales, seminarios, problemas especiales y un proyecto de investigación en cualquiera de las áreas de investigación del Programa.

Líneas de investigación

- Fisiología agropecuaria
- Producción Vegetal
- Biotecnología Vegetal
- Postcosecha de Granos y Oleaginosas
- Postcosecha Hortofrutícola

Ventaja competitiva

- 50 años de Excelencia Académica
- Planta docente con postgrados reconocidos
- Educación flexible y personalizada
- Becas para estudiantes de origen nacional
- Infraestructura pertinente y actualizada
- Centro de investigación con reconocimiento nacional e internacional

INFORMES

Departamento de Servicios Académicos
Carretera México-Texcoco, Km. 36.5
Montecillo, Estado de México, 56230
Tel. (595) 952.0200 ext. 1516 y 1517
01 (55) 5804.5900 ext. 1516 y 1517

CORREO ELECTRÓNICO Y PÁGINA EN INTERNET

www.agropostgrados.mx
www.colpos.mx
www.coordfis.mx

FECHAS DE INGRESO

Primavera y otoño
Fecha límite para presentación de solicitudes:
Septiembre y mayo, respectivamente

Park S. Nobel

Sabiduría del desierto, CO₂, agua, cambio climático agaves y cactus:

GRAMÍNEAS INTRODUCIDAS | ADRIÁN R. QUERO CARRILLO. EDITOR

Everardo Aceves

El ensaltramiento de los suelos bajo riego

Los Transgénicos: Oportunidades y Amenazas

Víctor M. Villalobos A.

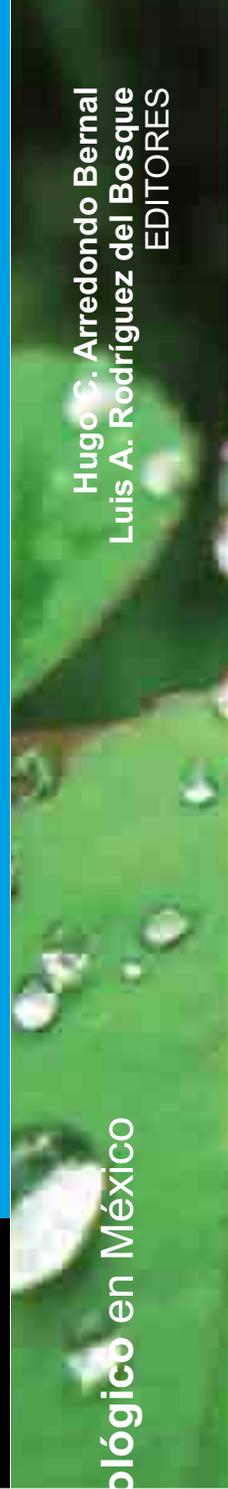
Juan Manuel Martínez Reyna

EL ZACATE BÚFALO (*Buchloe dactyloides*)

Las ciencias agrícolas mexicanas y sus protagonistas, vol. 2 Casas | Martínez | Infante

Maya Garduño

Captación del agua de lluvia • Solución caída del cielo



Hugo C. Arredondo Bernal
Luis A. Rodríguez del Bosque
EDITORES

EL CULTIVO DEL MAÍZ. TEMAS SELECTOS vol. 2
RODRÍGUEZ MONTESSORO + DE LEÓN

moscas blancas

Laura Delia Ortega Arenas Coordinadora

bba BIBLIOTECA BÁSICA DE AGRICULTURA

Turismo Rural

Experiencias y desafíos en Iberoamérica

¿QUÉ HACEMOS CON EL CAMPO MEXICANO?