



***The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library***

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search  
<http://ageconsearch.umn.edu>  
[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

# Agro PRODUCTIVIDAD



**COLEGIO DE  
POSTGRADUADOS**

50 Aniversario

Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas  
Campeche-Córdoba-Monterrey-Puebla-San Luis Potosí-Tlaxcala-Veracruz

Diretorio  
Said Infante Gil  
Editor General

Rafael Rodríguez Montessoro  
Director de Agroproductividad

Carlos Antonio Funes Tirado  
Subdirector de Agroproductividad

**Comité Técnico-Científico**  
Colegio de Postgraduados  
Fernando Clemente S.  
Dr. Ing. Agr. Catedrático Fauna Silvestre

Ma. de Lourdes de la Isla  
Dr. Ing. Agr. Catedrático Aeropoliación

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

Luis Reyes M.  
Dr. Ing. Agr. Director de promoción y divulgación

Confederación Nacional Campesina  
Jesús Muñoz V.  
Dr. Ing. Agr. Agronegocios

Instituto Interamericano de Cooperación  
para la Agricultura  
Víctor Villalobos A.  
Dr. Ing. Agr. Biotecnología

MAYO - AGOSTO 2010, AÑO3 / NÚMERO2.

Estimados lectores. Se han preguntado alguna vez cómo podrían sembrar grandes superficies de terreno en poco tiempo. Tal parece que la respuesta la proporciona el uso de aviones o helicópteros según lo presenta el Dr. Anaya al hablarnos de la siembra aérea de la coquía en el lago de Texcoco.

Como consumidores de artículos agrícolas, especialmente frutas y hortalizas, la mayoría no estamos conscientes de la serie de peligros que nos amenazan. Algunos pueden causar fatales consecuencias. No es de extrañarnos entonces el énfasis que la legislación nacional e internacional ha puesto al comercio agropecuario para salvaguardar la inocuidad alimentaria. El Dr. Leos nos presenta en forma clara cuáles son los peligros o amenazas y su influencia en el comercio internacional agropecuario.

La crisis alimentaria y la crisis financiera-económica que han marcado la historia de nuestro planeta en los dos últimos años han permitido visualizar, entre otros puntos, que la mayoría de los gobiernos ha descuidado la inversión en la agricultura y en la seguridad alimentaria por varias décadas, y que la pobreza extrema y el hambre han aumentado en el mundo, principalmente en sus zonas rurales. El replanteamiento de las políticas públicas con objeto de que la agricultura sustentable y la inocuidad alimentaria ocupen puestos clave para el desarrollo de campo. Lo anterior se desprende del análisis que el Dr. Escobar nos presenta.

Finalmente, como un dato curioso, presentamos el periplo que efectuó el ají a partir de su descubrimiento por Cristóbal Colón.

ATENTAMENTE,  
**RAFAEL RODRÍGUEZ MONTESSORO**  
DIRECTOR DE AGROPRODUCTIVIDAD.

#### Colaboradores

SABÍAS QUE ... AJÍ  
Ricardo Soca, tomado de: *LA PALABRA DEL DÍA*  
<http://www.elcastellano.org/palabra.php>

LA INOCUIDAD ALIMENTARIA Y EL COMERCIO INTERNACIONAL AGROPECUARIO  
Juan Antonio Leos Rodríguez, Universidad Autónoma Chapingo • [jleos45@gmail.com](mailto:jleos45@gmail.com)

SIEMBRA AÉREA DE COQUIA (*Kochia scoparia* L. SCHRAD VAR. ESMERALDA)  
EN LA ZONA FEDERAL DEL EX-LAGO DE TEXCOCO  
Manuel Anaya Garduño, Colegio de Postgraduados • [anayam@colpos.mx](mailto:anayam@colpos.mx)

LAS POLÍTICAS PÚBLICAS A FAVOR DEL CAMPO ESTÁN DE REGRESO  
Francisco Escobar Vega, economista  
Por varios años ha sido Funcionario Internacional de la FAO en Roma y México;  
Profesor en el Colegio de Postgraduados y responsable de Asuntos Internacionales en el mismo CP y en el INEGI.



## EL CHAYOTE (*Sechium edule* (JACQ.) SW., IMPORTANTE RECURSO FITOGENÉTICO MESOAMERICANO

Jorge Cadena-Iñiguez, Colegio de Postgraduados / Campus San Luis Potosí

Interdisciplinary Research Group of *Sechium edule* in México (GISeM), [jocadena@colpos.mx](mailto:jocadena@colpos.mx)

Carlo H. Avendaño-Arrazate y Juan F. Aguirre-Medina, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias México / Interdisciplinary Research Group of *Sechium edule* in México (GISeM)

Ma. de Lourdes Arévalo-Galarza, Colegio de Postgraduados / Texcoco, Estado de México

Interdisciplinary Research Group of *Sechium edule* in México (GISeM)

Víctor M. Cisneros-Solano, Universidad Autónoma Chapingo / Interdisciplinary Research Group of *Sechium edule* in México (GISeM)

Eduardo Campos-Rojas, Interdisciplinary Research Group of *Sechium edule* in México (GISeM)

### 1. IMPORTANCIA

El chayote [*(Sechium edule* (Jacq.) Sw.)] es un producto no tradicional de exportación (Cadena-Iñiguez *et al.*, 2001), cuyo uso principal es el alimentario (Lira-Saade, 1996). La planta puede ser aprovechada en su totalidad para consumo (raíz, hojas y puntas tiernas de las guías); sin embargo, el fruto en madurez hortícola o fisiológicamente maduro es el órgano principal de consumo. Esta especie presenta una amplia variación en la forma y el color de sus frutos, muchos de los cuales se conocen únicamente en mercados locales. La importancia económica que cada tipo de chayote representa se basa principalmente en la preferencia local la cual, aunque en la mayoría de los casos es muy limitada, ha permitido conservar tanto su identidad fenotípica como su nomenclatura etnobotánica. La identificación de los tipos se hace además del fenotipo por ciertas cualidades en particular; por ejemplo, en la región central de Veracruz la cultura popular resume en tres grandes grupos a los chayotes cultivados: blancos, verdes y espinosos, haciendo hincapié en que los dos primeros son generalmente lisos.

El sabor y la consistencia son otras de sus cualidades importantes; por ejemplo, es de sabor simple (mucho agua en la pulpa y poca fibra) y ligeramente dulce, como el amarillo (en estadio fisiológicamente maduro), y amargo, como el silvestre. La consistencia "seca" o

"camotuda" (almidonosa) y "estropajuda" (fibrosa) del fruto es otra característica usada tradicionalmente y se relaciona con la cocción o uso alimentario, es decir, hervido con sal, en dulce, en guisos caldosos (sopas), o para comer en frío o asado, a semejanza de las papas.

Actualmente la comercialización a gran escala de chayote en México y Centroamérica recae en un solo tipo denominado chayote verde liso para exportación (Cadena-Iñiguez *et al.*, 2005a). De esta variedad se han realizado diferentes investigaciones sobre su valor nutrimental y medicinal (Silva-CR *et al.*, 1990, Vozari-Hampe *et al.*, 1992), sanidad (Rivera y Brenes, 1996), ecofisiología (Cadena-Iñiguez *et al.*, 2001, 2005a) y tecnología postcosecha (Aung-LH *et al.*, 1996; Cadena-Iñiguez *et al.*, 2006), así como de su normalización para el mercadeo internacional (Anónimo, 2003), mientras que para el resto sólo se han realizado registros etnobotánicos y filogenéticos (Maffioli, 1981, Cruz-León y Querol-Lipcovich, 1985, Cross *et al.*, 2001). El chayote es muy apreciado por los mercados étnicos, siendo los asiáticos los principales consumidores de éste en la costa oeste de los Estados Unidos de América. México es el segundo exportador mundial después de Costa Rica. Otros países productores importantes son Guatemala, Brasil, Puerto Rico e India, aunque la mayor parte de su producción es para autoconsumo (Brenes-Hine, 2002).

En la República Mexicana la producción importante se agrupa en los estados de Chiapas, Michoacán, México, Nayarit, Jalisco, San Luis Potosí y Veracruz. Este último es el principal productor con una superficie aproximada de 2500 ha anuales que aportan 86.38% del volumen total (Bancomext, 1999; Cadena-Iñiguez y Arévalo-Galarza, 2008). El estado de Veracruz produce todo el año ya que ha ampliado el corredor de cultivo a tres regiones agroclimáticas; la primera se ubica en la zona del bosque mesófilo de montaña en el centro del estado en altitudes de 1580 a 1150 m. En ésta se encuentran los municipios de Coscomatepec, Huatusco, Ixhuatlán del Café, Chocamán, Orizaba, Tlilapan, Orizaba y Rafael Delgado, cultivos bajo condiciones de temporal. La segunda se localiza en áreas de vegetación de selva mediana perennifolia, en altitudes de 1100 a 780 m, en donde se incluye a Amatlán de los Reyes, Cuicahapan e Ixtaczoquitlan, cultivos bajo condiciones de riego y temporal. La tercera se ubica en áreas de selva baja caducifolia en altitudes de 300 a 210 m en los municipios de Actopan

y Emiliano Zapata bajo condiciones de riego. En el caso del chayote espinoso se han identificado áreas de cultivo en altitudes superiores al bosque mesófilo desde 1600 a 2800 m en los estados de Veracruz, Michoacán, Puebla y México; es en estos últimos dos donde se ubican las mayores superficies de cultivo para dicho tipo de chayote. En lo que concierne al tipo negro Xalapa, existen dos áreas importantes de cultivo, una en Ixtapa, Chiapas y otra en Tuzamapa, Veracruz, cuya producción se destina únicamente al mercado local. En términos económicos *S. edule* representa una fuente de divisas por concepto de exportaciones para México. Para el periodo de 1992 a 1995, Lira-Saade (1996) reportó ingresos por \$4,950,000 USD por concepto de exportaciones a EE.UU, mientras que Bancomext (2004) reportó una tasa de crecimiento de 8% a partir

de 1995. La generación de empleos fijos y temporales es otra de las bondades del cultivo (Cuadro 1), ya que el periodo de producción es de seis a siete meses. Se ha estimado que los ingresos generados por concepto de exportación de chayote representarían comparativamente hasta 100,000 ha con subsidio federal si estuvieran cultivadas con maíz y cafeto (Cadena-Iñiguez *et al.*, 2001, 2005). En términos ecológicos el cultivo del chayote sin remoción del suelo, uso de azadón ni herbicidas, ha representado una opción ecológica para el manejo de laderas. Su manejo en tapanco (tarima o parrilla) forma un dosel vegetal que amortigua el impacto de la lluvia y atenúa así la formación de corrientes que lavan el suelo de las laderas, además de que hace un aporte continuo de biomasa por actividades de deshoje y poda. La rentabilidad como cultivo le ha permitido reconvertir parcial o totalmente áreas productoras de papa, tabaco, maíz, café, mango y cítricos (Cadena-Iñiguez, *et al.*, 2001). La preferencia en los mercados de Norteamérica, como producto procedente de México (sobre todo en la costa oeste de los Estados Unidos de América), lo ubica en la cuarta posición después del aguacate, jitomate y café (Bancomext, 2004), mientras que para Veracruz ha representado el cuarto cultivo en importancia económica después del café, la lima persa y la piña (Bancomext, 1999).



**CUADRO 1. ESTADOS PRODUCTORES DE CHAYOTE EN MÉXICO Y GENERACIÓN DE EMPLEO LOCAL**

ESTADOS	SUPERFICIE CULTIVADA (HA)	PRODUCCIÓN TOTAL (TON)	JORNALES AÑO	EMPLEOS EQUIVALENTE <sup>1</sup>
B. CALIFORNIA	18	153	17,016	227
GUANAJUATO	37	N/R	34,978	466
JALISCO	847	27,527	800,720	10,676
EDO. MÉXICO	69	2,208	65,230	870
MICHOACÁN	112	180	105,880	1,412
S. LUIS POTOSÍ	60	4,020	56,722	756
CHIAPAS	37	1,739	34,978	466
NAYARIT	33	2,970	31,197	416
VERACRUZ	2,500	246,000	2'363,400	31,512
<b>TOTAL</b>	<b>3,713</b>	<b>284,797</b>	<b>3'510,122</b>	<b>46,802</b>

1: 75 JORNALES EQUIVALEN A UN EMPLEO FIJO (INEGI, 2005);  
N/R= NO REPORTADO. (BANCOMEXT, 1999; CADENA-IÑIGUEZ Y ARÉVALO-GALARZA, 2008)

## 2. ORIGEN

El chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw) es una especie originaria de mesoamérica y México es uno de los centros de mayor diversidad biológica (Lira-Saade, 1996; Ortega-Paczka *et al.*, 1998). A diferencia de lo que ocurre con otras especies cultivadas, en *Sechium* spp. no existen evidencias arqueológicas que ayuden a precisar la antigüedad de su origen y manejo. La testa suave de la semilla y su fruto carnoso no permiten su conservación (Lira, 1995). La mayor evidencia de su origen es la existencia de chayotes silvestres en la región centro y sur de México y en Centroamérica. Se considera que el término moderno chayote es una modificación de los vocablos Náhuatl “huiztayotl” y “chayotl”, lo que confirmaría el uso de esta planta desde tiempos precolombinos (Cook, 1901). De acuerdo con los datos mencionados por Patrick Browne (1756), quién se basó en la información de Sloane (1689), ambos citados por Reinecke (1898), se considera que fue introducido por los españoles a las Islas de Cuba, Jamaica y Puerto Rico. Por su valor alimenticio y su gran capacidad de crecer en diferentes sitios climáticos, en 1898 se realizó su desplazamiento a otras localidades como California, Louisiana, Hawaii y Filipinas y, un año más tarde, a La Florida, buscando condiciones de clima y suelos semejantes a los observados en El Caribe.

En la búsqueda del origen de *S. edule*, Newstrom (1986) realizó colectas de los parientes silvestres en los estados de Oaxaca y Veracruz, México y,

con base en la variación morfológica de los frutos, clasificó lo encontrado como chayotes silvestres tipo I y tipo II. De acuerdo con Cruz-León (1985-86) el chayote silvestre tipo I podría ser una reliquia de los verdaderos antecesores silvestres del chayote domesticado, mientras que el tipo II pudo ser el resultado de cruzamientos espontáneos de plantas silvestres con los ya domesticados, favorecidos por la proximidad de las áreas de cultivo. Trabajos posteriores realizados por Lira y Chiang, (1992), Lira, (1995), Lira-Saade, (1996), y Lira *et al.* (1999) no mostraron evidencias de la existencia de algún ancestro de los actuales parientes silvestres. Recientes estudios morfoestructurales, químicos y genéticos han demostrado que, efectivamente, las poblaciones silvestres ubicadas en los municipios centrales de Veracruz, México son ancestros de las variantes cultivadas (Cadena-Iñiguez *et al.*, 2008).

## 3. PROBLEMÁTICA NACIONAL

A pesar de la importancia que este recurso fitogenético mesoamericano representa, *Sechium edule* no ha sido incluido en México dentro de los programas de rescate de la diversidad biológica, conservación de germoplasma, investigación y desarrollo del cultivo. Oficialmente *S. edule* no ha sido considerado en los términos de referencia de las prioridades nacionales del sector agrícola; su mayor conocimiento técnico-científico trata sobre su origen,

taxonomía, etnobotánica, valor nutrimental, aspectos de manejo postcosecha, acercamientos sobre plagas y enfermedades, y descripción gráfica de diversidad biológica. Lamentablemente, la mayoría de estos estudios se han realizado fuera del país, lo que ha limitado la aplicación de la tecnología existente. Adicionalmente, la Secretaría de Agricultura (SAGARPA) y la Secretaría de Economía (SE) realizaron un pliego de peticiones acerca del tipo de chayote exportable, con el fin de acreditar productores con la marca *México Calidad Suprema* como garantía de calidad, identificación y diferenciación del producto con base en la Norma Oficial Mexicana FF-047-SCFJ-2003 y la Codex-Stan-83993 (Anónimo, 2003). Las repercusiones de lo anterior se pueden discutir de dos formas; primero que, a excepción de las variedades de chayote verde liso desarrolladas por el grupo Interdisciplinario de Investigación en *Sechium edule* en México (GISeM), las cuales tienen en la actualidad una distribución limitada en una superficie de cultivo no mayor a 200 hectáreas en Veracruz, Nayarit y San Luis Potosí, no existen programas institucionales de selección y mejoramiento genético, ni distribución ordenada de materiales, que permitan a los productores su incorporación al contexto de *México Calidad Suprema*, con lo que se corre el riesgo de marginar a la mayoría de las áreas productoras y restringir la oferta por falta de uniformidad, calidad, sanidad e inocuidad.

## PRODUCCIÓN DE MATERIALES MEJORADOS, VS CRIOLLOS O NATIVOS

*S. edule* presenta una amplia gama de tipos biológicos, de los cuales el verde espinoso, el negro xalapa y el verde liso son los que se cultivan en mayor escala. En la generalidad de los casos se usa alguna variante infraespecífica dentro del propio tipo. Anualmente se hace intercambio de semilla (se siembra el fruto completo) entre productores y localidades; en la región de Actopan y Emiliano Zapata, Veracruz, los productores dependen del envío de semilla por parte de los bodegueros de la central de abastos de la Ciudad de México, quienes la distribuyen lo mismo provenga de Michoacán o de alguna región de Veracruz. Lo anterior ha generado anarquía ya que se desconoce si el material usado para siembra es un tipo con una morfometría estable de acuerdo con los requerimientos del mercado, o bien, producto de la hibridación infraespecífica, lo que causa fracasos por baja calidad del producto final ya que no cumplen las expectativas del mercado, principalmente por forma y color. Aunado a lo anterior, existe la desventaja de la diseminación de plagas y enfermedades tales como virus (vía semilla), hongos y bacterias (*Thimovirus*, *Micovellosiella*, *Geotrichum*, *Erwinia*, *Phytophthora*, *Cladosporum*, *Colletotrichum*) que se transmiten por intercambio de los frutos (Juárez-Merlín *et al.*, 2007). Recientemente, el Grupo Interdisciplinario de Investigación de *Sechium edule* en México (GISeM) ha diseñado un programa nacional de rescate, conservación e investigación de la variación infraespecífica de *S. edule*, incluyendo en estos estudios materiales silvestres y representantes de la variación de tipos cultivados. Se ha realizado la mayor parte de la caracterización morfológica, estructural, bioquímica y genética, lo que ha permitido identificar los descriptores varietales, así como la formación de un banco de germoplasma. Al caracterizar la colección del germoplasma se han diseñado programas de mejoramiento genético participativo, así como el registro y la protección legal.

## SISTEMAS DE CULTIVO

Tradicionalmente el chayote ha sido cultivado en áreas de traspatio. Los primeros huertos formales fuera de esta condición para la región Veracruzana datan de aproximadamente 95 años para la región de Cuautlapan e Ixtaczoquitlán, y su cultivo se realizó en el suelo a semejanza del cultivo de calabaza sin usar estructura alguna de soporte para la planta. El producto final era chayote “recio” (fisiológicamente maduro), cuyo destino fue la Ciudad de México y el Puerto de Veracruz. El aumento en la demanda nacional trajo consigo ciertos cambios en la preferencia del consumidor hacia el chayote “tierno” (madurez hortícola) sin contacto con el suelo para reducir daños mecánicos y mejorar su sanidad. Para lograr lo anterior se generó el uso del tapanco o tarima. Este sistema es reciente, su uso data de aproximadamente 80 años para la región de Orizaba, 35 para Huatusco-Coscomatepec, y no más de 65 años para la de Actopan. En la actualidad el sistema de tapanco se ha modificado en cuanto al tipo de materiales de amarre y sostén, pasando del uso de madera rústica a guisa de techo a la combinación de madera con bejucos y, de ésta, al uso

de postes, alambres de púa y galvanizado, llegando inclusive al empleo de postes de concreto y varilla. El sistema de plantación inicia con el sembrado de dos frutos fisiológicamente maduros (con estrías en la epidermis). Las modalidades conocidas son de “arrimo”, que consiste en formar un montículo de suelo aflojado y depositar dos frutos de hasta dos tercios de su tamaño en el montículo y guiado con tutores de carrizo. Otra modalidad consiste en cavar en el suelo una cepa u hoyo de 40 x 40 x 40 cm en el que se depositan dos frutos sobre un montículo que se forma con el suelo de la cepa y guiando la planta al tapanco. Un último método es el de formación de hileras, para lo cual se realiza la preparación del suelo con arado y rastra, y se siembra un fruto a la distancia requerida sobre el lomo del surco. En todos los casos la distribución

es en marco real, con densidad de plantación variable dependiendo de la región de cultivo. En bosque mesófilo la densidad va desde 100 a 130 plantas.ha<sup>-1</sup>; para las áreas circunscritas en vegetación de selva mediana subperennifolia la densidad varía de 400 a 600 plantas, mientras que en selva baja caducifolia se alcanzan densidades de 1100 a 1300 plantas.ha<sup>-1</sup>. Esta variación se basa en que a menor altitud menor humedad ambiental, mayor temperatura e irradiancia que limitan el crecimiento de las guías, lo que hace necesario aumentar el número de plantas para obtener un cubrimiento total del tapanco y con ello la protección de las guías productivas. El rendimiento puede ser de 54 ton.ha<sup>-1</sup> para cultivos con manejo tradicional y de hasta 136.3 ton.ha<sup>-1</sup> para los que siguen un paquete tecnológico. La mayoría de los productores de chayote en México son minifundistas. Las superficies sembradas van desde los 1000 m<sup>2</sup> hasta 1.8 hectáreas como rango; sin embargo, recientemente se ha promovido la organización legal de productores para agrupar superficies mayores con el fin de consolidar mayores volúmenes y oferta al mercado exterior.

## DESARROLLO LOCAL VS MUNDIAL

Con excepción de Costa Rica, quien implementó un Ministerio para el desarrollo del cultivo del chayote con fines de exportación, programa que lo ha ubicado como el primer exportador mundial, en ningún otro país se han realizado esfuerzos para valorar debidamente a la especie. Es importante considerar que Costa Rica produce en una superficie no mayor de 500 ha y exporta 92% de su volumen (Marín, 1999 en Brenes-Hine, 2002), mientras que México tiene el 23% del mercado de Norteamérica (Bancomext, 2004).

Referente a los avances de mejoramiento genético, Gamboa (2005) menciona la existencia de clones para Costa Rica; sin embargo, advierte que el uso de estos materiales ha disminuido en el mediano plazo la rentabilidad del



cultivo por uniformidad del material genético, por lo que se sugiere que la distribución de clones no es recomendable. Por otra parte, debido principalmente a las bondades económicas por su incremento en la demanda internacional, el cultivo del chayote tiene actualmente una mayor distribución. Por ejemplo, países como Honduras, Nicaragua y Panamá están recibiendo material biológico de Costa Rica para incursionar formalmente en el mercado exterior.

## FUENTES DE VARIACIÓN GENÉTICA

En los Estados de Veracruz, Chiapas y Oaxaca se han ubicado las áreas con mayor variación y en la región central de Veracruz se han reportado plantas con frutos de diferente tamaño, forma, color, sabor, lisos y con espinas, polimorfismo foliar, diferente coloración en pecíolo, venación de hoja, guías y flor (Cadena-Iñiguez *et al.*, 2008). Con excepción del tipo verde liso que se cultiva extensivamente, es posible encontrar todas las variantes de chayote bajo el auspicio en áreas de traspatio. El producto de este auspicio es

para autoconsumo y venta en tianguis locales. Las localidades con mayor riqueza biológica son las que se ubican en la primera región con vegetación de bosque mesófilo. Sin embargo, debido a que *S. edule* es de polinización cruzada, además de que en muchos traspuestos se cuenta con más de un tipo, la variación se convierte en un proceso dinámico y continuo, lo que incrementa la variación infraespecífica entre tipos y dentro de éstos.



## INDICADORES DE EROSIÓN GENÉTICA

En consideración a la importancia que esta especie tiene para la economía de países como México, a principios de los años ochenta se hicieron grandes esfuerzos para conservar dicha variación a través de la colecta, caracterización de frutos y formación de colecciones de plantas vivas. Se crearon catálogos de frutos con accesiones de Puebla, Veracruz, Chiapas y Oaxaca, México por Cruz-León y Querol-Lipcovich (1985), Newstrom (1986), y de Guatemala hasta Panamá por Maffioli (1981); lamentablemente problemas sanitarios como la pudrición de raíces, ataque de plagas, heladas y ocasionalmente daño por ganado, causaron la pérdida gradual de este material, por lo que en 1982 se dio la baja

definitiva de 15 accesiones; posteriormente seis, en 1983; ocho, en 1984; 29, en 1985; 22, en 1986; 15, en 1987; cinco, en 1988; 29, en 1989; y, finalmente, 44 en 1990. Otras colecciones formadas en Celaya, Guanajuato, México (Lira, 1992), así como la colección ubicada en el CATIE, en Turrialba, y otra más formada en Fraijanes, Alajuela, ambas en Costa Rica, se perdieron en su totalidad entre 1988-90 (Brenes-Hine, 2002). Como en muchas especies exitosas, en *S. edule* existe el riesgo de que un tipo de chayote desplace en mediano plazo al resto de los cultivados por ser el que se exporta. En el caso del chayote silvestre sus poblaciones han disminuido principalmente porque los pobladores adyacentes a los núcleos silvestres no consideran que su conservación represente ventaja alguna; por el contrario, al ser amargo lo eliminan para evitar cruzamientos y porque otros sitios donde crece están siendo ocupados para establecer cultivos de café orgánico. Colectas realizadas en la región Veracruzana (Cadena, 2001-2004) indicaron que de 483 parcelas de chayote, únicamente tres presentaron un tipo diferente al exportable. De igual forma, en 108 huertos de traspuesto encuestados, únicamente 22 presentaron algún tipo diferente al exportable. Referente al silvestre se puede mencionar que de los sitios reportados por Cruz-León y Querol-Lipcovich (1985), Newstrom (1986), y Becerra (1996), únicamente se encontró uno con plantas; además, de cinco sitios conocidos por productores de la región central de Veracruz con plantas de chayote amargo para las localidades de Tonalixco, Cuesta del Mexicano y Capoluca, municipio de Ixtaczoquitlán, únicamente se localizaron tres.

## ESTUDIOS DE DIVERSIDAD GENÉTICA Y TAXONOMÍA DE *Sechium edule* (JACQ.) SW.

En México, Cruz-León y Querol-Lipcovich (1985) destacaron una amplia variación morfológica en su catálogo de recursos genéticos para chayote. Este trabajo estuvo muy relacionado metodológicamente con el realizado por Maffioli (1981) para localidades del sur de Chiapas, México, Centroamérica y Panamá. Con el fin de documentar la diversidad, estos autores establecieron cinco descriptores morfológicos exclusivamente de frutos. Lira-Saade (1995) denominó a la variación biológica documentada como razas locales. Lira *et al.* (1999) hicieron una nueva propuesta de clasificación taxonómica para *S. edule* donde subdividieron en dos subespecies a la variación biológica: *Sechium edule* ssp *edule* para los cultivados y *Sechium edule* ssp *silvestris* para el tipo silvestre. Las consideraciones en que dichos autores fundamentaron esta separación fueron diferencias morfológicas y cromosómicas a través de la identificación de cariotipos. En estudios recientes Cadena-Iñiguez *et al.* (2008) encontraron que la variación fenotípica de *S. edule* tiene sus base en dos procesos paralelos: la domesticación y la especialización adaptativa a cambios de ambiente. De todos los tipos estudiados los rasgos de domesticación fueron más evidentes en poblaciones de chayotes verde liso (*var. virens levis*), negro Xalapa (*var. nigrum xalapensis*) y verde espinoso

(*var. nigrum spinosum*), cuyas poblaciones mostraron mayor distancia genética respecto del ancestro silvestre y se cultivan en ambiente de bosque mesófilo y valles altos. En el caso de los chayotes de frutos amarillos estos autores registraron mayor semejanza genética con el ancestro silvestre y fuerte contraste morfoestructural (fenotípico) y bioquímico que supone

mayor especialización a ambientes cálidos con mayor temperatura e irradiancia, ya que éstos se encuentran cultivados con mayor frecuencia en ambientes más cálidos (Figura 1). Actualmente estos grupos varietales se encuentran protegidos legalmente en el catálogo nacional de variedades vegetales del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS).

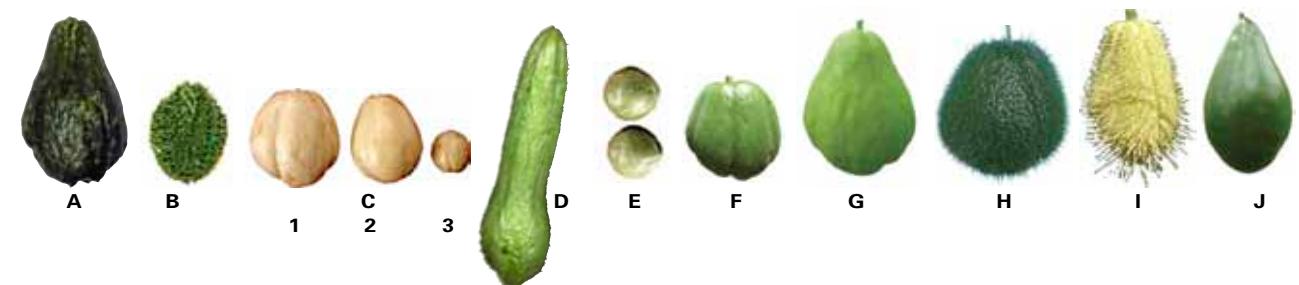


FIGURA 1. VARIEDADES DE *SECHIUM EDULE* (JACQ.) SW., VARIEDAD: A: *nigrum xalapensis*, B: *amarus silvestris*, C1: *albus levis*, C2: *albus dulcis*, C3: *albus minor*, D: *nigrum máxima*, E: *nigrum minor*, F: *nigrum levis*, G: *virens levis*, H: *nigrum spinosum*, I: *albus spinosum*, J: *nigrum conus*.

## 4. ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN

### Conservación *in situ*

Desde el inicio de la domesticación de *Sechium edule*, los pobladores mesoamericanos han conservado esta especie en los huertos familiares en su hábitat natural (bosque mesófilo) y fuera de éste, lo que ha inducido una variación en forma, tamaño, color y sabor del fruto. Dicha variación se ha conservado porque cumple una función alimentaria y generación de ingreso económico, de tal forma que se puede considerar que los huertos de traspuesto son en la actualidad la mejor forma de conservación *in situ*.

### Conservación *ex situ*

Ante la evidencia de la pérdida de las colecciones de campo de la década de los ochenta, y dado que la mayor variabilidad de *S. edule* se encuentra en Veracruz, México, en el periodo de 2005-2007 el GISeM formó el Banco Nacional de Germoplasma de *S. edule* (BANGESe) en el Centro Regional Universitario Oriente de la Universidad Autónoma Chapingo (CRUO-UACH) en Huatusco, Veracruz, y su réplica en el campo experimental Rosario Izapa en Chiapas. En la realización de esta empresa se cuenta además de la participación institucional de la UACh, el Consejo Veracruzano del Chayote, A.C. (COVERCHAYOTE), Colegio de Postgraduados (CP), la Facultad de Estudios Superiores-Zaragoza de la Universidad Nacional Autónoma de México (FES-UNAM), y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarios (INIFAP-Chiapas). El Banco cuenta actualmente con 130 accesiones procedentes de diez estados de México, y de otros de Guatemala y Costa Rica.

## 5. APROVECHAMIENTO DE GERMOPLASMA

### Potenciación actual o potencial

Actualmente el germoplasma rescatado y conservado en el Banco de Germoplasma (BANGESe) se usa con fines alimentarios como producto fresco; sin embargo, existen usos potenciales, como la obtención de productos fungicidas, bactericidas y principios activos con actividad antineoplásica, así como para el tratamiento de gastritis y sinusitis (Cadena-Iñiguez *et al.*, 2005b). También se debe mencionar su utilidad en los programas de mejoramiento genético y resistencia a enfermedades.

## Mejoramiento genético y resultados

En 1997 se inició un programa de mejoramiento genético con la participación del Grupo Productor de Chayotes, JV. en la localidad de Tlaltengo, Coscomatepec, Veracruz. Este programa inició con la selección de forma, color, tamaño final de los frutos y rendimiento del tipo verde liso (var. *virens levis*), para lo cual se consideró la reducción en la longitud de entrenudos para obtener más frutos por metro lineal de guía, ya que esta planta es de crecimiento indeterminado. La metodología fue selección masal visual estratificada con una presión de selección del 10%; la precocidad, vigor y sanidad fueron otros parámetros considerados. Como producto de este trabajo se cuenta con los cultivares GISeM-JV, GISeM-NY, GISeM-SM, y GISeM-CR, con diferentes ciclos de selección. El primer cultivar está adaptado para zonas de bosque mesófilo y el resto para condiciones de selva mediana subperennifolia y baja caducifolia. Estos materiales son cultivados en los estados de Veracruz, Nayarit y San Luis Potosí, con registros de producción comercial promedio de 76.3 ton.ha<sup>-1</sup> alcanzados en un periodo de 98 días y un máximo de 136 en seis meses de producción. ■



## 6. POLITICAS Y LEGISLACIÓN

Las políticas gubernamentales para el sector agrícola en México han propiciado que especies de importancia alimentaria como el chayote no sean consideradas en la categoría de prioridad nacional, lo que aumenta el riesgo de su pérdida material o legal. Con base en la Convención de Diversidad Biológica, en octubre de 1994 se determinó que los países, y no la humanidad, son los dueños del patrimonio representado por los recursos genéticos que poseen, de tal forma que cada vez es mayor la responsabilidad y prioridad estratégica de cada país por la conservación y uso de sus recursos. Con base en lo anterior, actualmente se realizan esfuerzos para ubicar en categoría de prioridad nacional al recurso fitogenético *S. edule* y su variación infraespecífica, con el fin de continuar con su rescate, conservación, investigación, desarrollo y transferencia tecnológica en asociación con los usuarios y poseedores históricos. A partir de 2003 se han formado diferentes asociaciones de productores de chayote en San Luis Potosí, Michoacán, Nayarit y Veracruz bajo la figura de Consejos estatales del Chayote, A. C., y en cuyos planes de desarrollo están establecidos los siguientes aspectos: "Generar mecanismos para la conservación y protección de la diversidad genética de la especie, buscando el establecimiento de bancos de germoplasma, la denominación de origen y de calidad por regiones, ya que existe una seria preocupación de que las poblaciones silvestres, los chayotes de huerto familiar y aún los cultivados extensivamente, vayan perdiendo la diversidad que hasta el momento es uno de nuestros mayores orgullos y patrimonio". Por lo tanto, es prioritario apoyar en fondos sectoriales El Programa Nacional de conservación, investigación y desarrollo de la biodiversidad del chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.), como lo ha propuesto el GISeM, involucrando de forma ordenada la participación interdisciplinaria e interinstitucional que evite dualidades e incremente el conocimiento técnico-científico para el mejor aprovechamiento de este recurso mesoamericano. ■



## BIBLIOGRAFÍA

- ANÓNIMO. 2003. DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN; DECLARATORIA DE VIGENCIAS DE LAS NORMAS MEXICANAS. PRIMERA SECCIÓN, MAYO 22.
- AUNG-LH.; HARRIS-CM.; RIU-RE.; BROWN-JW. 1996. POSTHARVEST STORAGE TEMPERATURE AND FILM WRAP EFFECTS ON QUALITY OF CHAYOTE, *Sechium edule* SW. JOURNAL HORTICULTURAL SCIENCE 71(2): 297-304.
- BANCOMEXT, SNC. 1999. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LA EXPORTACIÓN DE CHAYOTE SIN ESPINAS (*Sechium edule*). CENTRO BANCOMEXT, VERACRUZ, MÉXICO.179 P.
- BANCOMEXT, SNC. 2004. EXPORTACIONES DE MÉXICO AL MERCADO HISPANO DE E. U. PERIÓDICO EL FINANCIERO, MÉXICO, D. F. SECCIÓN ECONOMÍA, 8 DE JUNIO, 2004. P. 18
- BECERRA, Z. J. 1996. ESTUDIO AGROECOLÓGICO DEL CHAYOTE (*Sechium edule* (Jacq.) Sw. EN EL ESTADO DE VERACRUZ, U. VERACRUZANA, XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO. PP. 12-18
- BRENES-HINE, A. 2002. PROYECTO: CONSERVACIÓN DE GERMOPLASMA DE CHAYOTE (SECHIUM EDULE (Jacq.) SWARTZ) Y TACACO (SECHIUM TACACO (PITTIER) C. JEFFREY) COMO UNA BASE DE APOYO PARA EL MEJORAMIENTO GENÉTICO Y LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS. UNIVERSIDAD NACIONAL, HEREDIA, COSTA RICA, 18 P.
- CADENA-ÍÑIGUEZ, J.; RUIZ, P.L.M.; TREJO, L.C.; SÁNCHEZ, G.P.; AGUIRRE, M.J.F. 2001. INTERCAMBIO DE GASES Y RELACIONES HÍDRICAS DEL CHAYOTE (*Sechium edule* SW. REVISTA CHAPINGO VOL VII. (1) 21-35
- CADENA, I. J. 2001-2004. COLECTAS DE HERBARIO NO. 201 A 218 403 A 406 HERBARIO HORTORIO COLEGIO DE POSTGRADUADOS, MONTECILLO, ESTADO DE MÉXICO.
- CADENA-ÍÑIGUEZ, J.; RUIZ-POSADAS, L. M.; AGUIRRE-MÉDINA, J. F.; SÁNCHEZ-GARCÍA, P. 2005A. ESTUDIO DE LOS SÍNTOMAS ASOCIADOS A LA PÉRDIDA DE COLOR DEL CHAYOTE (*Sechium edule* (Jacq.) Sw) EN VERACRUZ, MÉXICO. REVISTA HORTICULTURA 11(2): 309-316.
- CADENA-ÍÑIGUEZ, J.; SANTIAGO-OSORIO, E.; RUIZ-POSADAS, L. M.; SOTO-HERNÁNDEZ, M. 2005B. AISLAMIENTO, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE CUCURBITACINAS CON PROPIEDADES ANTINEPLÁSICAS EN LEUCEMIA A PARTIR DE *Sechium edule* (Jacq.) Sw.
- CADENA-ÍÑIGUEZ, J.; AREVALO-GALARZA, M. L.; RUIZ-POSADAS, L. M.; AGUIRRE-MEDINA, J. F.; SOTO-HERNÁNDEZ, M.; LUNA-CAVAZOS, M.; ZAVALA-MANCERA, H. A. 2006. EVALUACIÓN POSTCOSECHA E INFLUENCIA DE 1-MCP EN LA CALIDAD DE FRUTOS DE *Sechium edule* (Jacq.) SW. POSTHARVEST BIOLOGY AND TECHNOLOGY 40:170-176.
- CADENA-ÍÑIGUEZ, J.; L.M. RUIZ-POSADAS, M. SOTO-HERNÁNDEZ, J. F. AGUIRRE-MEDINA C.H. AVENDAÑO-ARRAZATE; L. ARÉVALO-GALARZA. 2008. INFRASPECIFIC VARIATION OF *Sechium edule* (Jacq.) SW. IN THE STATE OF VERACRUZ, MEXICO. GENETIC RESOURCE CROP EVOLUTION 55:835-847
- CADENA-ÍÑIGUEZ, J.; ARÉVALO-GALARZA, M. L. 2008. RESCATANDO Y APROVECHANDO LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS DE MESOAMÉRICA. MONTECILLO, TEXOCO, ESTADO DE MÉXICO. 16 P.
- COOK, O. F. 1901. THE CHAYOTE: A TROPICAL VEGETABLE. BULLETIN NO. 28. DIVISION OF BOTANY, U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, USA. PP. 7-31
- CRUZ-LEÓN, A., QUEROL-LIPCOVICH, D. 1985. CATÁLOGO DE RECURSOS GENÉTICOS DE CHAYOTE (*Sechium edule* SW.) EN EL CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO. UACH, CHAPINGO, MÉXICO. PP. 5-25
- CROSS, H.; LIRA-SAADE, R.; MOTLEY, T. 2001. XV GENETIC DIVERSITY OF CHAYOTE IN MEXICO AND COSTA RICA CONGRESO DE BOTÁNICA. QUERÉTARO, MÉXICO.
- GAMBOA, M. W. 2005. PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA. UNA OPCIÓN PARA EL DESARROLLO DEL CULTIVO DEL CHAYOTE. UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. 219 P.
- JUAREZ-MERLÍN K.; ACOSTA-RAMOS M.; CADENA-ÍÑIGUEZ J.; AVENDAÑO-ARRAZATE C.H.; ARÉVALO-GALARZA M.L.; VAZQUEZ-HERNÁNDEZ M. 2007. IDENTIFICATION OF POSTHARVEST CHAYOTE (*Sechium edule*) DISEASES IN MÉXICO. PROC. INTERAMERICAN SOCIETY TROPICAL HORTICULTURE 51:217-224
- LIRA, R.; CHIANG, F. 1992. TWO NEW COMBINATIONS IN SECHIUM (CUCURBITACEAE) FROM CENTRAL AMERICA AND A NEW SPECIES FROM OAXACA, MÉXICO. NOVON 2:227-231
- LIRA, R.1995. ESTUDIOS TAXONÓMICOS Y ECOGEOGRÁFICOS DE LAS CUCURBITACEAE LATINOAMERICANAS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA: CUCURBITA, SECHIUM, SICANA, Y CYCLANTHERA. SYSTEMATIC AND ECOGEOGRAPHIC STUDIES ON CROPS GENOPOLLS, NO. 9. INTERNACIONAL PLANT GENETIC RESOURCES INSTITUTE. ROME, ITALY. PP.116-169
- LIRA-SAADE, R. 1996. CHAYOTE. *Sechium edule* (Jacq.) SW. PROMOTING THE CONSERVATION AND USE OF UNDERUTILIZED AND NEGLECTED CROPS, 8 INSTITUTE OF PLANT GENETICS AND CROP PLANT RESEARCH, INTERNATIONAL PLANT GENETIC RESOURCES INSTITUTE, ROME, ITALY. 57 P.
- LIRA, R.; CASTREJÓN, J.; ZAMUDIO, S.; ROJAS-ZENTENO, C. 1999. PROPUESTA DE UBICACIÓN TAXONÓMICA PARA LOS CHAYOTES SILVESTRES (*Sechium edule* CUCURBITACEAE) DE MÉXICO. ACTA BOTÁNICA MEXICANA. 49: 47-61
- MAFFIOLI, A. 1981. RECURSOS GENÉTICOS DE *Sechium edule* (Jacq.) SW (CUCURBITACEAE). TURRIALBA, COSTA RICA: CATIE. UNIDAD DE RECURSOS GENÉTICOS 151 P. NEWSTROM, L. E. 1986. STUDIES AND THE ORIGIN AND EVOLUTION OF CHAYOTE *Sechium edule* (Jacq.) SW. (CUCURBITACEAE). THESIS PH.D. UNIVERSITY OF CALIFORNIA. BERKELEY, CALIFORNIA 149 P.
- NEWSTROM, L. E. 1986. STUDIES AND THE ORIGIN AND EVOLUTION OF CHAYOTE *Sechium edule* (Jacq.) SW. (CUCURBITACEAE). THESIS PH.D. UNIVERSITY OF CALIFORNIA. BERKELEY, CALIFORNIA 149 P.
- ORTEGA-PACZKA, R.; MARTÍNEZ-ALFARO, MA; RINCON-ENRÍQUEZ, G.1998. PRINCIPALES CULTIVOS DE MÉXICO Y SUS REGIONES MUNDIALES DE MAYOR DIVERSIDAD. XVII CONGRESO DE FITOGENÉTICA. SOMEFI. ACAPULCO, MÉXICO. P. 321
- REINECKE, F. 1898. DIE FLORA DER SAMANOA-INSERN. ENGLERS BOTANY JOURNAL. 23:237-368
- RIVERA G.; BRENES, A. 1996. ENFERMEDADES DEL CHAYOTE (*Sechium edule* (Jacq.) SWARTZ). SERIE DE DOCUMENTOS DEL BANCO DE GERMOPLASMA DE SECHIUM EN COSTA RICA, (1) 57 P.
- SILVA-CR; SILVA-HE; DUTRA-DE; OLIVEIRA-JE. 1990. CELLULOSE, HEMICELLULOSE AND LIGNIN CONTENTS OF LOW-ENERGY HOSPITAL DIETS. FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS DE RIBEIRAO PRETO. ALIMENTOS-E-NUTRICAO. 2: 65-71
- VOZARI-HAMPE; VIEGAS-C; SAUCEDO-C; ROSSETTO-S; MANICA-GG; HAMPE-OG. 1992. A LECTIN FROM *Sechium edule* FRUIT EXUDATE. PHYTOCHEMISTRY. 31:5, 1447 - 1480 DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA, INSTITUTO DE BIOCINCIAS, UFRGS, 90049 PORT ALEGRE, RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL.

# Agro PRODUCTIVIDAD

se está convirtiendo rápidamente en una de las revistas más importantes relacionadas con el medio agrícola en México.

Los artículos que publicamos son cuidadosamente seleccionados con la finalidad de aportar ideas, estudios o propuestas capaces de impulsar el desarrollo agrícola.

Invitamos a todos nuestros lectores a participar de manera directa, ya sea como autores, anunciantes o suscriptores, y de esta manera contribuirá nuestro esfuerzo por ubicar la agroproductividad en el horizonte futuro.



Contacto: 01 (595) 928 4013  
01 (595) 952 0200  
ext.68105  
agropro@colpos.mx