

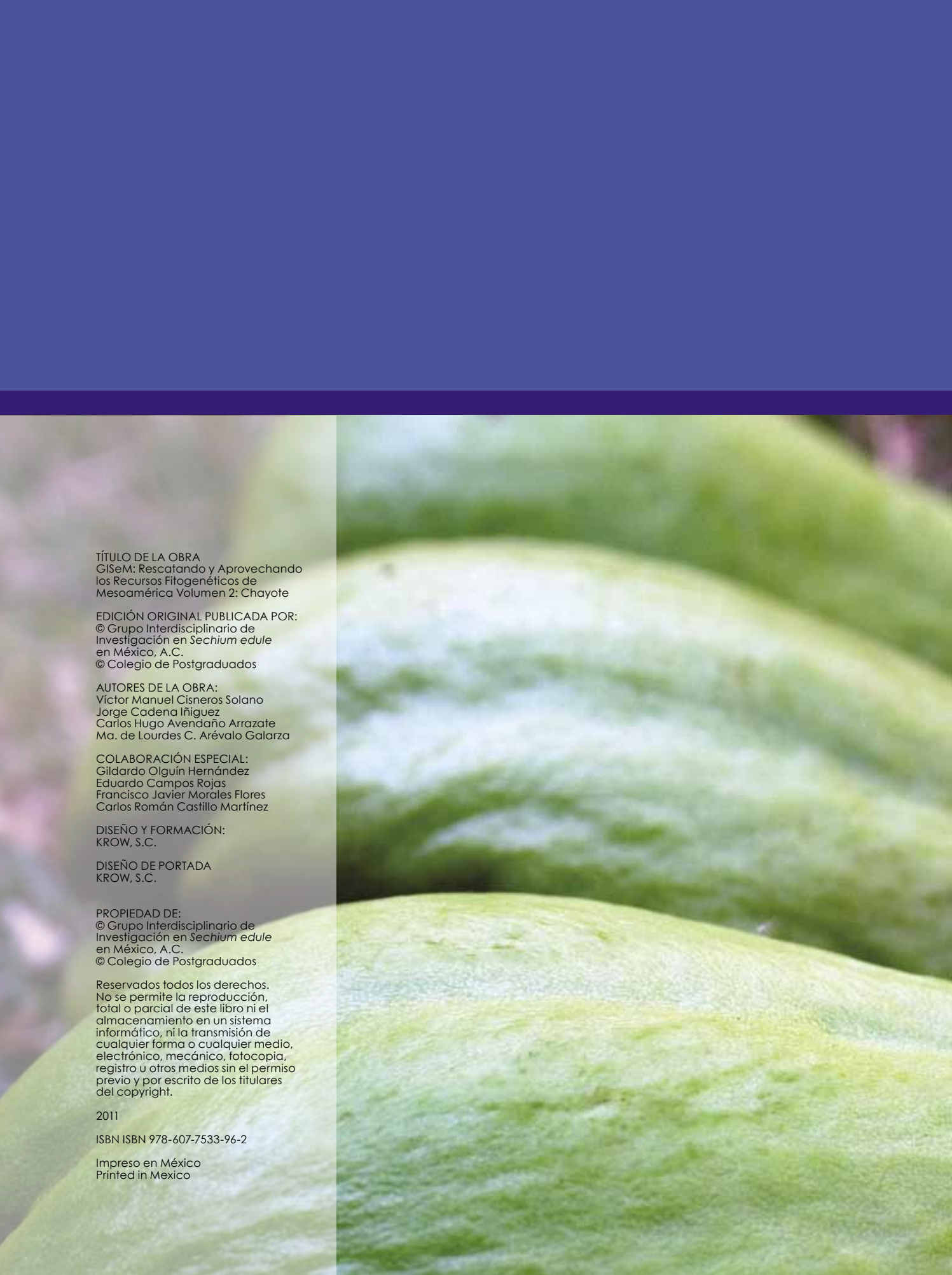


GRUPO INTERDISCIPLINARIO
DE INVESTIGACIÓN EN
Sechium edule EN MÉXICO

Volumen 2 

EL CHAYOTE





TÍTULO DE LA OBRA
GISeM: Rescatando y Aprovechando
los Recursos Fitogenéticos de
Mesoamérica Volumen 2: Chayote

EDICIÓN ORIGINAL PUBLICADA POR:
© Grupo Interdisciplinario de
Investigación en *Sechium edule*
en México, A.C.
© Colegio de Postgraduados

AUTORES DE LA OBRA:
Víctor Manuel Cisneros Solano
Jorge Cadena Iñiguez
Carlos Hugo Avendaño Arrazate
Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza

COLABORACIÓN ESPECIAL:
Gildardo Olguín Hernández
Eduardo Campos Rojas
Francisco Javier Morales Flores
Carlos Román Castillo Martínez

DISEÑO Y FORMACIÓN:
KROW, S.C.

DISEÑO DE PORTADA
KROW, S.C.

PROPIEDAD DE:
© Grupo Interdisciplinario de
Investigación en *Sechium edule*
en México, A.C.
© Colegio de Postgraduados

Reservados todos los derechos.
No se permite la reproducción,
total o parcial de este libro ni el
almacenamiento en un sistema
informático, ni la transmisión de
cualquier forma o cualquier medio,
electrónico, mecánico, fotocopia,
registro u otros medios sin el permiso
previo y por escrito de los titulares
del copyright.

2011

ISBN ISBN 978-607-7533-96-2

Impreso en México
Printed in Mexico

CONTENIDO

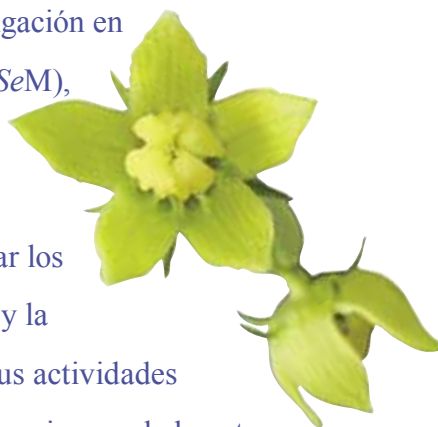
PRESENTACIÓN	2
CONSERVACIÓN <i>in-situ</i> LA PUERTA PARA CONSERVAR LA BIODIVERSIDAD	4
CONSERVACIÓN <i>ex-situ</i> LA LLAVE PARA PROMOVER LA POTENCIACIÓN	10
<i>Banco Nacional de Germoplasma (BANGeSe)</i>	11
<i>Réplica de la colección núcleo</i>	12
<i>Riesgos presentes</i> <i>en las colecciones genéticas de campo</i>	14
Heladas	
Plagas y enfermedades	15
<i>Estrategias para la Conservación</i> <i>y Reinserción de Materiales</i>	17
Conservación <i>in vitro</i>	
Réplica de colección	18
Actores sociales	
REGISTRO DE VARIEDADES	21
FORMACION DE TALENTOS	23
FOMENTO A LA SENSIBILIZACIÓN DE LA OPINIÓN PÚBLICA	
¿QUE ES GISEM?	24
REFERENCIAS	



PRESENTACIÓN

El Grupo Interdisciplinario de Investigación en *Sechium edule* en México, A.C. (GISeM), publica esta revista con el objetivo

de dar a conocer las investigaciones que se realizan para rescatar, conservar y caracterizar los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA). El GISeM ha iniciado sus actividades realizando investigación en un cultivo mesoamericano: el chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) y otras especies del género. El volumen 1 de esta revista destacó la misión y visión del grupo Interdisciplinario así como las líneas de investigación que lo conforman. En este número los integrantes del GISeM deseamos dar a conocer las estrategias y proyectos que se están realizando para mantener la biodiversidad del género *Sechium* spp., y evitar la pérdida genética con énfasis en acciones de conservación *in situ* y *ex situ*.



Plan estratégico del género (Red chayote)																				
Género	Conservación <i>in situ</i>				Conservación <i>ex situ</i>				Uso y potencialización						Creación de capacidades					
<i>Sechium</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Chayote	√	√	√	√	√	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√		√	√

Figura 1. Líneas y estrategias del plan nacional de acción en desarrollo para la Red chayote.

Es importante resaltar que dichas acciones se ubican dentro del marco del Plan de Acción Nacional, diseñado por el Sistema Nacional sobre Recursos Fitogenéticos (SINAREFI-SAGARPA), mediante el cual se abordan recursos mesoamericanos como el chayote. La Figura 1, muestra las cuatro grandes líneas de acción y sus 20 estrategias que en suma, integran el Plan estratégico como Red Nacional de Chayote, y de las cuales a la fecha se han abordado 18.

LA CONSERVACION *in situ*:

LA PUERTA PARA CONSERVAR LA BIODIVERSIDAD

Una de las acciones de conservación *in situ*, ha sido Identificar agroecosistemas frágiles en áreas de Veracruz, Chiapas y Oaxaca, donde se ha reportado la mayor diversidad biológica de chayotes silvestres. Partiendo de que un ecosistema frágil se define como aquellos espacios físicos donde las condiciones de vida están en los límites de tolerancia, debido a características propias de su geografía, o bien, por intervención humana lo cual desencadena una serie de alteraciones del ecosistema de carácter irreversible. Algunas comunidades humanas han vivido en áreas ambientalmente frágiles durante miles de años, otras se han establecido en estas solamente en años recientes, lo cual incrementa el riesgo a los recursos genéticos, cambiando su estatus como ambientalmente frágiles.

En el caso de las especies *Sechium edule*, *Sechium compositum* y *Sechium chinantlense*, endémicas de México, los ambientes en los cuales han desarrollado su evolución se han visto alterados por las actividades humanas, de tal forma que muchos de los sitios naturales de dispersión se han perdido. Con base en lo anterior, se viene realizando la búsqueda de sitios agroecológicos de los estados de Veracruz, Chiapas y Oaxaca donde existiera algún tipo de reporte de la presencia de dichas especies silvestres, con la finalidad de ubicarlas y precisar su estatus actual y nivel de riesgo para actuar en consecuencia. El Cuadro 1, muestra los sitios y número de poblaciones silvestres de las tres especies de chayote localizadas en tres estados de México, y su nivel de fragilidad respecto a la ubicación que guardan con los asentamientos humanos.

Cuadro 1. Descripción de áreas frágiles en tres estados de México con presencia de poblaciones silvestres de chayote.

Especie	Estado	Municipio	Localidad	Sitios	Nivel de fragilidad**
<i>S. edule</i>	Veracruz	Tezonapa	Ruderal	2	ALTA
	Veracruz	La Perla	La Perla	1	MEDIA
	Veracruz	Huatusco	Bosque de niebla	1	BAJA
	Veracruz	Ixhuatlán del café	La Barranca	1	ALTA
<i>S. compositum</i>	Chiapas	Tapachula	Mal paso	2	MUY ALTA
	Chiapas	Tapachula	Las Margaritas	1	MUY ALTA
	Chiapas	Cacahoatán	11 de abril	2	
	Chiapas	Cacahoatán	Mixcum	1	MUY ALTA
	Chiapas	Tuxtla Chico	Talisman	1	
<i>S. chinantlense</i>	Oaxaca	Valle Nacional	Santa Fe	1	MUY ALTA
	Oaxaca	Valle Nacional	Lomas del Carmen	1	MUY ALTA
	Oaxaca	Valle Nacional	Carretera Ixtlán-Oaxaca	1	MUY ALTA

** : Se refiere a la mayor o menor proximidad de la población de chayotes respecto a un asentamiento humano, camino o carretera

Sechium edule (Jacq.) Sw., (“chayote amargo”)

es una especie endémica de México, y la principal especie de importancia económica por sus usos alimentarios desde tiempos precolombinos, sin embargo, su entorno ambiental ha experimentado cambios debido a que ha sido desplazada rápidamente por cultivos tales como el café y maíz.

El sabor amargo de la planta en general, ha contribuido como un criterio indeseable por los actores rurales próximos a las poblaciones naturales, ya que se cruza fácilmente con los chayotes cultivados, confiriéndoles un sabor amargo, por lo que es eliminada para evitar contaminación genética. Colectas realizadas en la región central veracruzana (Cadena, 2001-2004), indicaron que de los sitios reportados por Cruz-León y Querol-Lipovich (1985), Newstrom (1986), y Becerra (1996), únicamente se encontró un sitio con plantas. De otros

cinco sitios conocidos por productores en la misma región de Veracruz, con presencia de plantas de “chayote amargo” en las localidades de Tonalixco, Cuesta del Mexicano y Capoluca, en el municipio de Ixtaczoquitlán, únicamente se localizaron tres. En el año 2010 se identificaron otras poblaciones en Veracruz, ubicadas en áreas de bosque mesófilo en localidades de La Perla, Huatusco, Ixtaczoquitlán y Tezonapa, Veracruz (Figura 2).

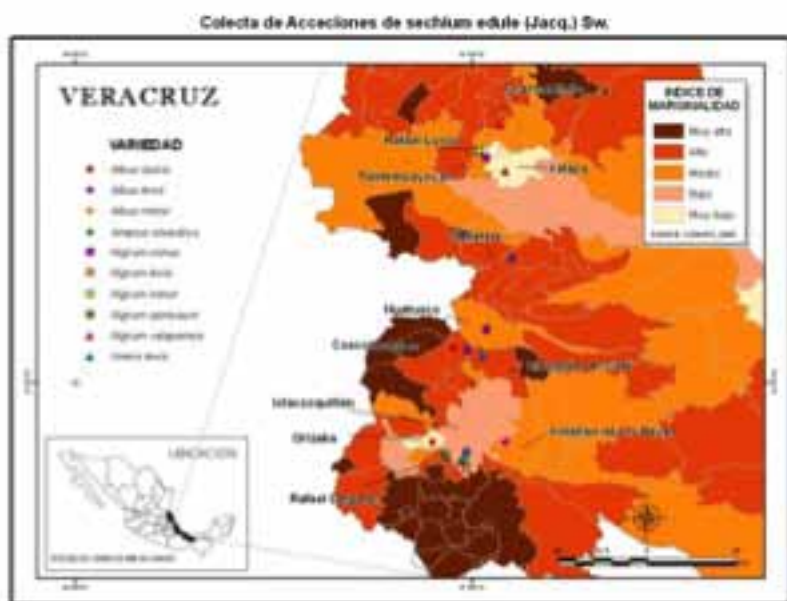


Figura 2. Ubicación de la región central del estado de Veracruz, México, donde se ubica la mayor variación biológica de *Sechium edule* y sus parientes silvestres.

En estos sitios se ha identificado dos Tipos de materiales silvestres, uno es verde oscuro y otro verde claro, atribuido al tipo de vegetación predominante donde se desarrolla, así por ejemplo, se tiene que los chayotes oscuros y de menor tamaño, se ubican en vegetación de bosque mesófilo, y los verde claro y ligeramente de mayor tamaño, en áreas de selva mediana perennifolia, en ambos casos son extremadamente amargos. La fragilidad de estos ecosistemas va de baja a alta en función de la cercanía de éstos a núcleos humanos, así por ejemplo, es baja para los ubicados en vegetación de un rancho ecológico de Huatusco, media para el caso de la Perla que se ubica en áreas prácticamente inaccesibles para actividades agrícolas, y alta en áreas de Tezonapa e Ixhuatlán del Café, debido a que se ubican cerca de parcelas agrícolas con cultivo de café, plátano y vainilla (Figura 3).



Figura 3. Poblaciones de *Sechium edule* en las localidades de la Perla, Tezonapa, Ixhuatlán del Café y Huatusco en el estado de Veracruz, México.

Sechium compositum,

es una especie endémica del sur de México (Chiapas) y Guatemala, que se creía extinta, se han identificado recientemente diferentes poblaciones con variación morfológica del fruto, dependiendo de las condiciones climáticas del sitio.

Con excepción de áreas cálidas de Guatemala, la región del Soconusco, Chiapas en México, es donde se ubica la mayor cantidad de poblaciones, generalmente en pendientes de acantilados, que no presentan ventajas para las actividades agropecuarias, resaltando su cercanía a fuentes de agua y siempre con un frente expuesto al sol. Estas poblaciones se ubican en áreas con vegetación de selva alta perennifolia y laderas o taludes de la carretera principal a las fincas cafetaleras. Con base en los escasos registros de herbario, se presume por tanto, que sus poblaciones han venido ganando terreno a las áreas marginales del cultivo de café (Figura 4).



Figura 4. Frutos de *Sechium compositum* en localidades del Soconusco, Chiapas, México, circundante a áreas cafetaleras.

Las Figuras 5, 6 y 7 muestran la ubicación geográfica de *Sechium compositum* en el estado de Chiapas, además de algunas poblaciones de variantes biológicas de *S. edule*.

Figura 5. Ubicación geográfica de las poblaciones de *Sechium compositum* en el estado de Chiapas.

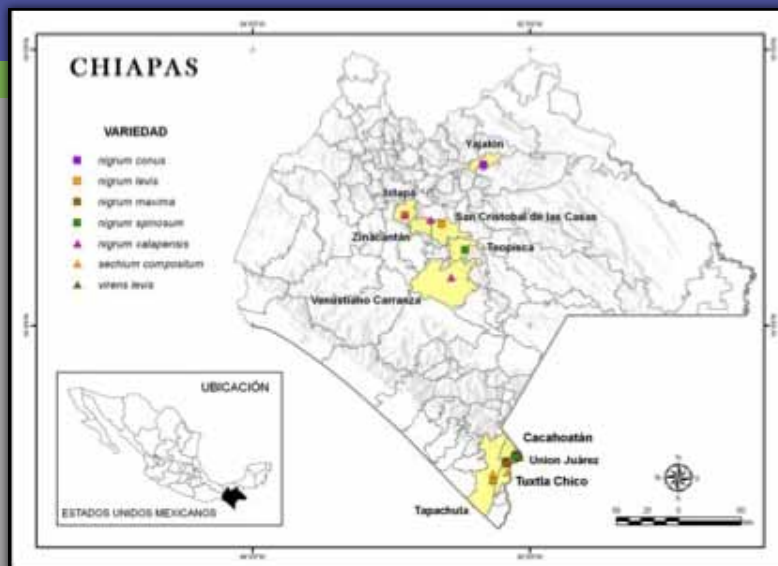


Figura 6. Poblaciones de *Sechium compositum* en condición ruderal cercanas a fuentes de agua con fuerte presión por asentamientos humanos en el Soconusco, Chiapas, México.



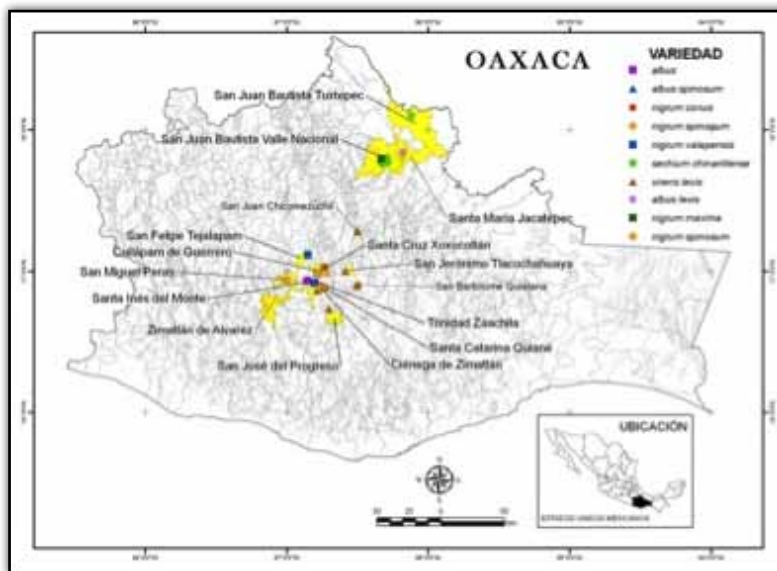
Figura 7. Poblaciones de *Sechium compositum* en localidades del Soconusco, Chiapas, circundantes a ejidos cafetaleros.

De acuerdo a las condiciones climáticas, los frutos de *Sechium compositum* muestran variación morfológica de alargados a redondos, con y sin espinas y de diferente tamaño.

Los frutos alargados son ligeramente piriformes de tamaño medio y verde oscuro, se presentan en altitudes entre los 220 y 500 m en la selva alta perennifolia, mientras que los ubicados en altitudes entre 150-200 m son ligeramente más claros y de menor tamaño. En ambos gradientes los frutos presentan generalmente seis crestas (más que surcos) longitudinales muy suaves con espinas pequeñas, escasas, o bien ligeras protuberancia por lo que se les ha denominado para su identificación "Tipo Malpaso", mientras que en áreas inferiores a los 150 m de altitud, se encuentran chayotes redondos, verde claro y pequeños, con seis crestas suaves, prácticamente sin espinas; a este grupo se le ha denominado "Tipo Talismán" (Figura 8).



Figura 8. Variación morfológica de frutos de *Sechium compositum* registrados en diferentes poblaciones en el Soconusco, Chiapas.



Sechium chinantlense, es una especie endémica de la Chinantla, región que incluye a las localidades de los municipios de Valle Nacional y San Juan Bautista Tuxtepec, en el estado de Oaxaca (Figura 9), es considerada una especie seriamente amenazada, ya que no representa para los pobladores valor alguno, se ha localizado en tres sitios poco poblados y taludes varios de la carretera Valle Nacional-Oaxaca (Figura 10).

Figura 9. Ubicación geográfica de las poblaciones de *Sechium chinantlense* en el estado de Oaxaca, México y presencia de variantes biológicas de *S. edule*.



Figura 10. Localidades y frutos de *Sechium chinantlense* colectados en Valle Nacional y Tuxtepec, Oaxaca, México, en condición ruderal.

La variación en color de los frutos registrada en las colectas va del verde obscuro a café-rojizo, de forma oval aplanada, tamaño pequeño, sin presencia de espinas y surcos suaves (Figura 11).



Figura 11. Frutos de *Sechium chinantlense* de color verde oscuro y café-rojizo registrados en condición ruderal.

LA CONSERVACION *ex situ*: LA LLAVE PARA PROMOVER LA POTENCIACIÓN

Las colecciones de campo son uno de los grandes recursos de conservación de los recursos genéticos fuera del sitio natural. A partir del año 2005 se inició la recolecta de las variantes biológicas de *S. edule*, *S. compositum* y *S. chinantlense*, para dar inicio a la colección viva más grande y diversa de Latinoamérica de este género, denominada Banco Nacional de Germoplasma de *Sechium* (BANGeSe). Las colectas introducidas como accesiones a la colección núcleo del banco, se ubican bajo el arreglo taxonómico, siguiendo el sistema por agrupamiento varietal de acuerdo a los criterios establecidos por Stace (1986), Styles (1986)

para complejos infraespecíficos de plantas cultivadas, y por Cadena-Iñiguez (2005) para la variación de *S. edule*, de tal forma, que no afecta la clasificación taxonómica formal de las especies, y permite ubicar las futuras accesiones recolectadas de cualquier parte del mundo con base en caracteres morfológicos distintivos y estables. Dentro de los grupos varietales se encuentran los chayotes blancos o amarillos, lisos o con espinas: *albus minor*, *albus dulcis*, *albus levis*, *albus spinosum*, también los verde claro y oscuro lisos y espinosos: *nigrum minor*, *nigrum conus*, *nigrum levis*, *nigrum spinosum*, *virens levis*, *nigrum xalapensis* y *nigrum máxima* (Figura 12).

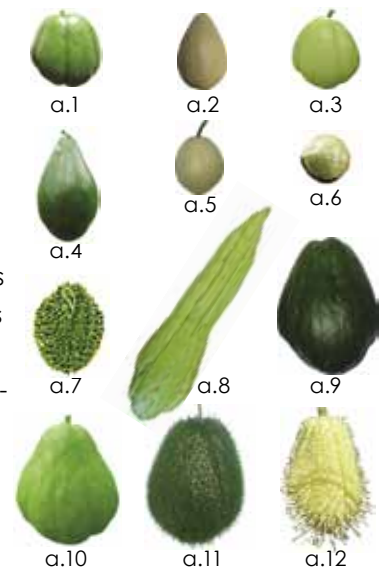


Figura 12. Características morfológicas distintivas de frutos de los grupos varietales de *Sechium edule* ubicados en el BANGeSe a.1: *nigrum levis*, a.2 *albus levis*, a.3 *albus dulcis*, a.4 *nigrum conus*, a.5 *albus minor*, a.6 *nigrum minor*, a.7 ancestro silvestre, a.8 *nigrum maxima*, a.9 *nigrum xalapensis*, a.10 *virens levis*, a.11 *nigrum spinosum*, a.12 *albus spinosum*.

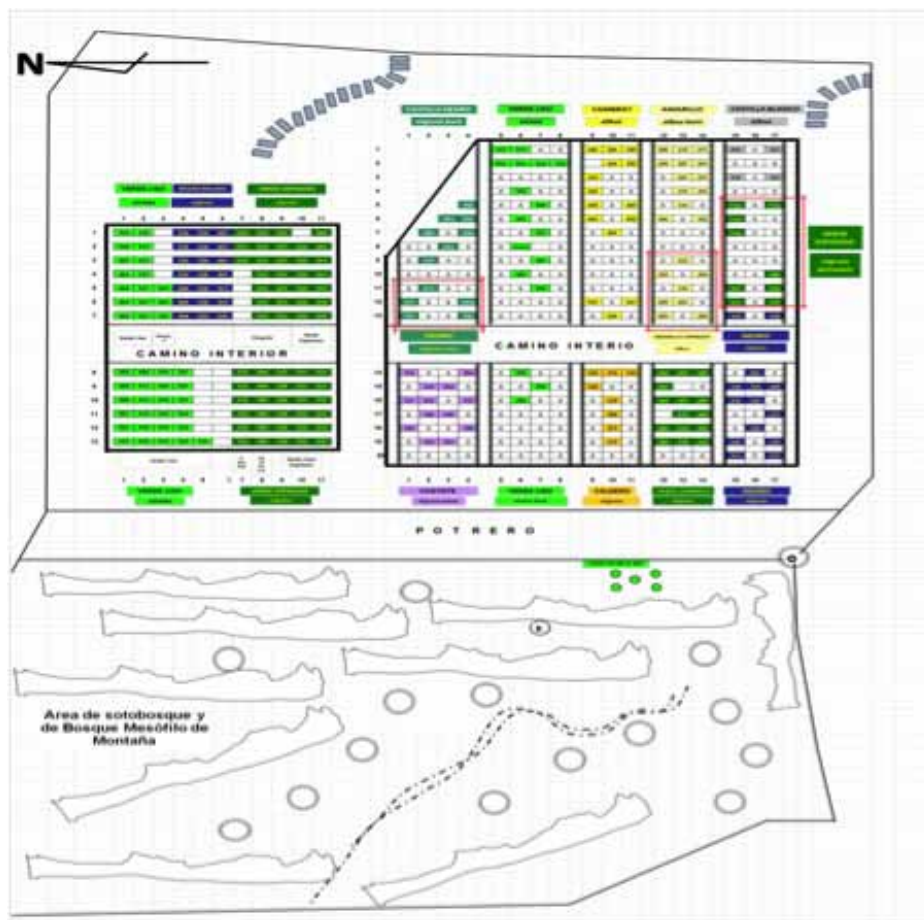


Las accesiones conservadas en la colección núcleo son procedentes de diez estados de la República Mexicana y algunas provincias de Guatemala y Costa Rica (Figura 13).

Figura 13. Ubicación geográfica de los sitios de recolecta de la variación biológica de *Sechium edule*, *Sechium compositum* y *Sechium chinantlense*.

El Banco Nacional de Germoplasma de *Sechium edule* (BANGESe),

se ubica en el Centro Regional Universitario Oriente (CRUO) de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) en Huatusco, Veracruz, México (19°08'48' LN y 97°57'00" LO).



La vegetación es de bosque mesófilo de montaña (1340 m de altitud) y temperatura media anual de 19 °C y 85 % HR, con 2250 mm de precipitación media anual. Los suelos son luvisol vítricos, ricos en nutrientes, fertilidad moderada, textura gruesa y fragmentos de vidrio volcánico, con pH ácido a ligeramente ácido (4.3-6.5), ricos en materia orgánica, bajos en calcio y altos en fierro, manganeso y zinc (Cadena-Iñiguez *et al.*, 2006), y cuenta con 237 accesiones (Figuras 14, 15).

Figura 14. Distribución de las accesiones de chayote en la colección núcleo del BANGESe.



Figura 15. Panorámica estructural de la colección núcleo de *Sechium* spp. del BANGeSe.

Réplica de la colección núcleo

Una de las estrategias de conservación de recursos genéticos, es la creación de réplicas de las colecciones núcleo. Existen numerosos casos desafortunados donde valiosas colecciones han desaparecido principalmente, por factores inherentes al ambiente (heladas), plagas, enfermedades o bien falta de recursos financieros para el mantenimiento y rejuvenecimiento. En diciembre del 2008, se inauguró la réplica del BANGeSe en el Campo Agrícola Experimental Rosario Izapa (RI) del INIFAP, en Tuxtla Chico, Chiapas. Uno de los principales criterios de la elección de Rosario Izapa, fue que las condiciones ambientales del trópico cálido húmedo favorecen su preservación por ausencia de heladas, además del respaldo institucional del INIFAP.

Como todas las colecciones de campo, el mantenimiento continuo para asegurar su preservación es una de las acciones más importantes. En el caso del BANGeSe (Huatusco, Veracruz y su réplica), las accesiones se mantienen en planta con crecimiento activo, y para ello es necesario realizar diversas acciones como el control de malezas de forma manual, poda de guías, fertilización, abonado con materiales orgánicos, riego, control de plagas y enfermedades y labores culturales como cajeteo, deshoje y corte de frutos, labores de reposición de puntales, postes de planta, alambres, restirado de retenidas y reposición de postes de la estructura (Figura 16).



Figura 16. Labores de construcción, rehabilitación y mantenimiento de la estructura, áreas, secciones y accesiones del BANGeSe y su réplica.

Riesgos presentes en las colecciones genéticas de campo

Heladas



Las temperaturas ambientales cercanas a $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ causan serios daños a la parte área de las plantas de chayote, permitiendo su rebrote en cuanto las condiciones de temperatura y humedad son adecuadas, sin embargo, temperaturas de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ o inferiores pueden causar la muerte de la planta (Figura 17).



Figura 17. Efecto de las bajas temperaturas registradas (con valores de $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$) en el mes de diciembre 2010 en el BANGeSe.



Plagas y enfermedades

Otros riesgo que puede causar la pérdida total de las colecciones genéticas mantenidas *ex situ* es el ataque de plagas y enfermedades (Figuras 18, 19).

Agente causal	Síntoma	Imagen
<p>Amarillamiento y marchitez de la planta por <i>Fusarium oxysporum</i> y <i>Fusarium sambucinum</i></p>	 	 
<p>Necrosis de guías <i>Colletotrichum gloeosporioides</i></p>		
<p>Ahogamiento de guías <i>Alternaria alternata</i></p>		
<p>Cenicilla <i>Golovinomyces cichoracearum</i></p>		
<p>Mildiu <i>Pseudoperonospora cubensis</i></p>		

Figura 18. Principales organismos que causan enfermedades a las accesiones de chayote.

Agente causal	Daño (hojas, raíz, guías y frutos)	Orga- nismo
Marchitez y amarillamiento por Gallina ciega <i>(Phyllophaga spp., Cyclocephala spp.)</i>		
Daño en raíz por "Arrocillo" <i>(Diabrotica spp.)</i>		
Barrenador de fruto <i>(Diaphania nitidalis)</i>		
Enchinamiento de yema apical en guía reproductiva Pulgón <i>(Ropalosiphum maidis)</i>		
Barrenador de guías y fruto <i>(Diaphania hyalinata)</i>		
Enchinamiento y marchitez de yema apical en guía reproductiva "Piojillo" <i>(Frankiniella occidentalis)</i>		

Figura 19. Principales insectos que causan daño a las accesiones de chayote.

Es importante considerar que si un fenómeno natural como las heladas o problemas como: pudrición de raíces, ataque de plagas y ocasionalmente daño por ganado, han causado pérdidas graduales en colecciones de material como reportan diversos autores (Ortega-Paczka *et al.*, 1998; Lira, 1992; Brenes-Hine, 2002), es necesario inducir estrategias para evitar la pérdida de este material. Por ello el GISeM ha planteado acciones que permitan conservar y de ser necesario reinsertar los materiales. Estas acciones son la formación de una colección *in vitro* (Figura 20), réplicas de la colección núcleo y realizar censos con los actores sociales que intervienen en la conservación del recurso fitogenético.



Se han desarrollado los protocolos que permiten la multiplicación *in vitro* de las accesiones de chayote por vías organogénicas a través de tejidos de tallo y yemas axilares, evaluando diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio, tiempos de exposición para desinfectar el material así como el uso de reguladores de crecimiento (ácido naftalenacético (ANA) y benciladenina (BA)).

Figura 20. Regeneración *in vitro* de accesiones de chayotes cultivados y silvestres procedentes del BANGeSe.

Réplica de colección



Una de las estrategias desarrolladas es la creación de una réplica de la colección núcleo en campo, con la finalidad de resguardar las accesiones ante una emergencia natural, fitosanitaria o de otra índole (Figura 21), además de formar parte de las colecciones del Centro Nacional de Conservación (CNC-SINAREFI).

Figura 21. Inauguración de la réplica de la colección núcleo de campo de *Sechium* spp. en Rosario Izapa-INIFAP en Tuxtla Chico, Chiapas.

Actores sociales

Las colecciones de germoplasma (*ex situ*) se crean con el fin de obtener material genético para su conservación y realizar estudios de diversa índole tales como programas de mejoramiento (Hazekamp, 2002).

Es muy importante tratar de incluir la mayor variación biológica del grupo de plantas que se intenta conservar, para ello se recurre a las acciones de recolecta en la mayor cantidad de sitios agroecológicos, llevando una estadística que permitan realizar acciones de seguimiento y trazabilidad en cuanto al papel cultural y económico que el recurso vegetal guarda, en este caso los chayotes. La figura 22, muestra los estados de la República Mexicana en donde se han realizado acciones de recolecta de chayotes, así como la diversidad de grupos varietales por sitios.

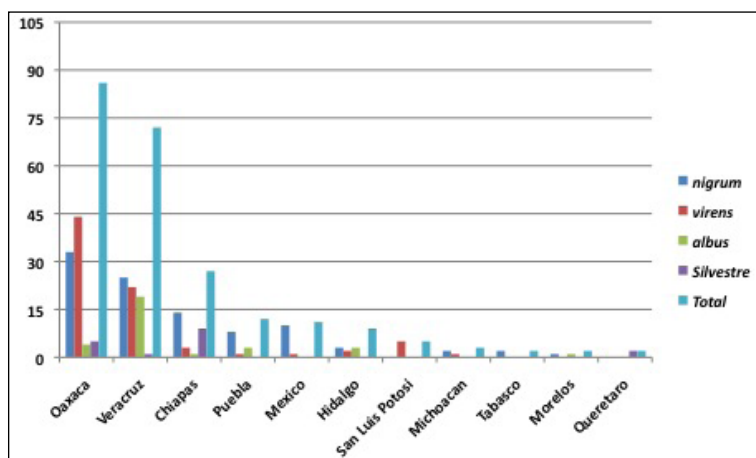


Figura 22. Distribución de la riqueza genética de los grupos varietales de chayote y el total registrado en once estados de México, para un periodo de recolecta del 2005-2010.

Cuando se recolectan las plantas en campo para integrarlas como accesiones a los banco de germoplasma, se acompaña con cierta información llamada *Datos de Pasaporte*,

con el fin de respaldar la procedencia, condiciones agroecológicas originales y usos entre otros datos que permitan al responsable de la colección en campo su manejo y conservación.

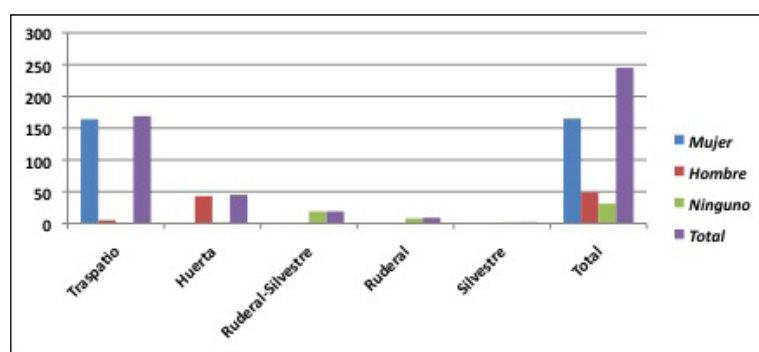


Figura 23. Distribución de condiciones de conservación indirecta y tipo de actor social, relacionado con acciones *ex situ* de variedades de chayote en once estados de la República Mexicana.

Sin embargo, existe otra información de índole socioeconómica que ayuda a dirigir los programas de mejoramiento y que están determinados por las preferencias de los consumidores, que en muchos de los casos, son los mismos que inician la conservación del recurso genético. La figura 23, muestra para el caso de los chayotes, que la mayoría de las variedades están siendo conservadas en condiciones de traspatio por mujeres, seguido de las huertas comerciales relacionadas con hombres y el resto se ubican en caminos y áreas naturales con chayotes silvestres.

Una relación importante en la conservación y auspicio de las variantes biológicas de muchos recursos genéticos está dada por la preferencia de los consumidores, y en el caso de los

chayotes, se ha encontrado que el principal actor social en este renglón es la **mujer rural** con una marcada preferencia por las plantas que producen frutos verde claro, seguido de las de frutos verde oscuro, amarillo y verde muy oscuro, donde éstos últimos se han visto muy relacionados con poblaciones donde se habla alguna lengua mesoamericana (Figura 24).

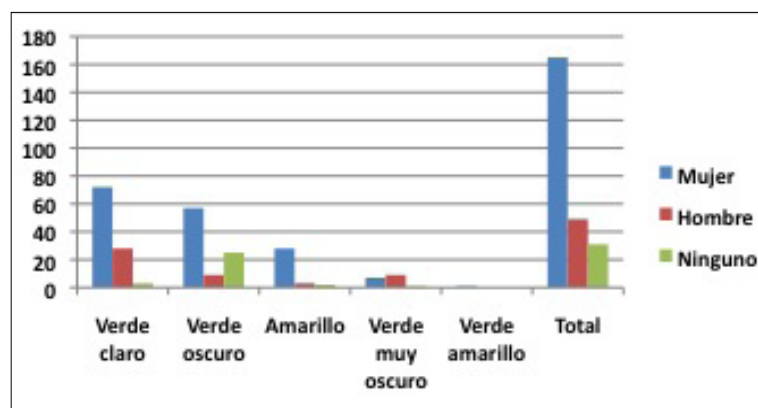


Figura 24. Distribución de la preferencia de los consumidores rurales del chayote por la coloración de la epidermis del fruto.

Lo anterior repercute directamente en el grupo varietal, así por ejemplo, las variantes de chayote agrupadas en *nigrum* (chayotes de piel verde oscuro y verde muy oscura), son los de mayor preferencia, seguidos por los *virens* (chayote con piel verde claro) y por último los amarillos, además de resaltar que la mayoría se ubicó en condiciones de traspatio (Figura 25).

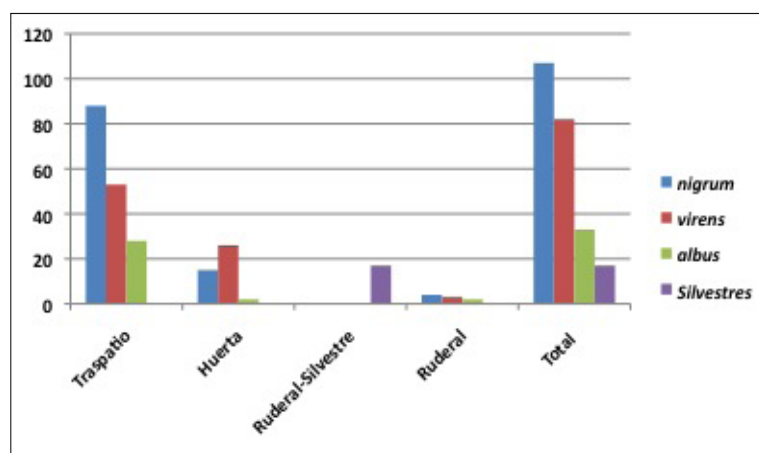


Figura 25. Distribución de las condiciones de conservación o auspicio y principales grupos varietales de chayote en el proceso de conservación *ex situ* en áreas rurales.



Este acercamiento del estado de preferencia del consumidor por el tipo de chayote, grupos varietales y las condiciones de conservación *ex situ* de forma indirecta que los actores rurales están realizando alrededor de un recurso genético de importancia alimentaria, permite poner en relevancia el importante papel que juega la Mujer rural, quien ha preservado en su traspatio las formas actuales de los chayotes modernos.

REGISTRO DE VARIEDADES

La caracterización varietal y la protección intelectual en vegetales, se establece por una serie de descriptores morfológicos, químicos y fisiológicos, los cuales permiten el cumplimiento de los requisitos de los ensayos de distinción, uniformidad y estabilidad (DUE) aplicando la norma UPOV (Convenio para la Protección Legal de Variedades) (Montoya-Aramburu *et al.*, 2008).

De acuerdo a UPOV (2004), una variedad se considerará distinta, si se diferencia claramente de cualquiera otra, cuya existencia fuese comúnmente conocida, y se podrá considerar homogénea si es suficientemente uniforme en sus caracteres esenciales, teniendo en cuenta las variaciones previsibles según su forma de reproducción, multiplicación o propagación; y se considerará estable si sus caracteres esenciales se mantienen

inalterados de generación en generación al final de cada ciclo particular de reproducciones, multiplicaciones o propagaciones. A partir del año 2005, el GISEM integró diferentes accesiones para formar el BANGESE con las cuales se diseñaron los descriptores morfológicos distintivos bajo los lineamientos de la UPOV y realizar su validación, formalización y registro (Cuadro 2).

Cuadro 2. Grupo de variedades de chayote (*Sechium edule*) registradas en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) del SNICS.

Grupo Varietal	Denominación	Origen	Registro legal
<i>nigrum xalapensis</i>	NEJALPA®	México	1917/CHT-008-101109
<i>albus levis</i>	MALUCA®	México	1918/CHT-007-101109
<i>albus dulcis</i>	CAMBRAY®	México	1919/CHT-004-101109
<i>albus minor</i>	LUCPO®	México	1920/CHT-006-101109
<i>nigrum levis</i>	BHEZCO®	México	1921/CHT-002-101109
<i>nigrum maxima</i>	CALDERO®	México	1922/CHT-003-101109
<i>nigrum minor</i>	ROCA®	México	1923/CHT-009-101109
<i>nigrum spinosum</i>	VICIS®	México	1924/CHT-010-101109
<i>virens levis</i>	BERNYANO®	México	1925/CHT-001-101109
<i>nigrum conus</i>	CHAAVI®	México	1926/CHT-005-101109

Otra de las acciones del registro vegetal en *S. edule*, es la orientación del mejoramiento genético a las preferencias de los consumidores en mercados externos (Figura 26). Estas variedades se encuentran en uso por: Grupo Productor de Chayotes, JV, AGRICOR, y AGROCAÑADA, en Veracruz y San Luis Potosí, México respectivamente.

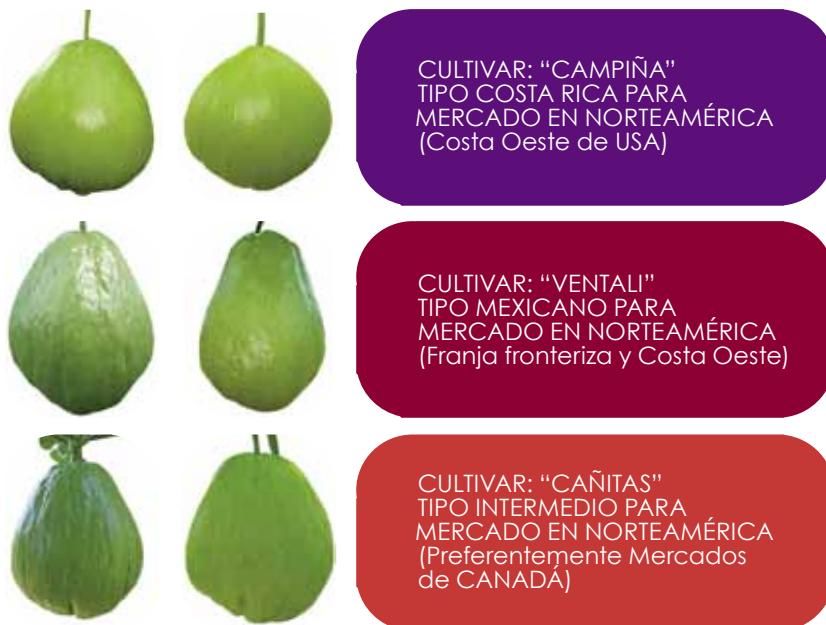


Figura 26. Variedades de chayote (*S. edule*) obtenidas por mejoramiento genético, orientado a los mercados externos.



Figura 27. Marcas distintivas de Sociedades de Productores de chayote en Veracruz y San Luis Potosí.

Un factor importante dentro de la competitividad y la producción de chayote comercial, a quienes el **GISeM** les transfiere tecnología, es el registro de marcas para reforzar la distinción de las variedades (Figura 27).

FORMACION DE TALENTOS

Dentro de las actividades que el **GLSeM** ha realizado para fomentar el estudio de los recursos fitogenéticos, es la incorporación de estudiantes para realizar servicio social, estancias profesionales, tesis de Licenciatura, Maestría y Doctorado, con el fin de contribuir a su formación profesional y desarrollar investigación (Figura 28).

Figura 28. Incorporación de estudiantes al Programa Jóvenes Investigadores (Formación de Talentos) procedentes de diferentes instituciones (Universidad Autónoma Chapingo, Colegio de Postgraduados, FES-Zaragoza (UNAM), Universidad Veracruzana e Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca).



FOMENTO A LA SENSIBILIZACIÓN DE LA OPINIÓN PÚBLICA



Figura 29. Visitas guiadas a productores y estudiantes de diversos niveles educativos en el Banco de Germoplasma de chayote en Huatusco, Veracruz, como parte de las acciones de sensibilización a la opinión pública referente a la importancia que tienen los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.

Como parte de las acciones del **GLSeM** hacia la socialización de la investigación realizada y divulgación de la importancia de los Recursos Fitogenéticos para la alimentación y la Agricultura, se han emprendido programas de sensibilización de la opinión pública en las escuelas de la región central del estado de Veracruz, con énfasis en las ubicadas en núcleos rurales a través del fomento de visitas al banco de germoplasma. De igual forma se realizan acciones similares con productores agrícolas (Figura 29).

¿Que es GISeM?

El GISeM es un Grupo Interdisciplinario de Investigación, integrado por investigadores provenientes de instituciones como:

Colegio de Postgraduados (COLPOS), Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), e Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO), comprometidos con el aprovechamiento integral de los recursos fitogenéticos mesoamericanos que incluyen el rescate, conservación, investigación y transferencia tecnológica de los mismos.



El logo distintivo de GISeM, alude a las pirámides construidas por las culturas mesoamericanas que domesticaron al chayote; la escala de colores es la variación encontrada en los frutos de los diferentes tipos de chayote, los cuales van desde el verde oscuro, verde claro, amarillo y en ocasiones amarillo crema a blanco. El icono que corona la pirámide, es alusivo al glifo con el cual los antiguos mexicanos representaban la comunicación, misma que en su significado emblemático la retoma el GISeM, para transmitir la riqueza cultural y biológica, así como las nuevas evidencias científicas que prueban que los recursos fitogenéticos de mesoamérica deben conservarse y utilizarse de manera integral para el beneficio de la sociedad.

En abril del 2008, el GISeM a través del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (SINAREFI) dependiente de la SAGARPA, es reconocido como la Red Nacional de Chayote, misma que tiene por objeto principal:

Promover el intercambio, la cooperación científica, fomentar la coordinación, planificación y fijación de prioridades, como medio de evitar la duplicidad de esfuerzos, reforzar y hacer más eficaz la labor realizada en materia de Recursos Fitogenéticos, reduciendo al mínimo los costos de conservación y utilización; así como coordinar la integración y postura de la Red para la participación en los foros Nacionales e Internacionales sobre la planeación, establecimiento y directrices de políticas, acciones y proyectos.

Los investigadores del grupo GISeM realizan actividades de Investigación, docencia y vinculación con el sector agrícola de México, además han integrado dentro de su proyecto a cada actor de la cadena productiva con el fin de organizarlos y capacitarlos para desarrollar un sistema de producción sustentable que redunde en la generación de riqueza rural, empleos y dignificación de la producción agrícola. Por ello, el GISeM plantea la creación de programas de intervención social con los productores o tenedores rurales y no rurales (usuarios-custodios) de los RFAA, que generen políticas focalizadas y diversificación del tipo de apoyos y estímulos para crear la cultura de la conservación *in situ*.

REFERENCIAS

- 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 pp.
- Cadena-Iñiguez, J. 2005. Caracterización morfoestructural, fisiológica, química y genética de diferentes tipos de chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.). PhD. Thesis, Colegio de Postgraduados, Texcoco, México, 156 pp.
- Cadena-Iñiguez, J., Ruiz, P. L. M., Avendaño, A. C. H., Cisneros, V. M., Soto, H. M. R., Aguirre, M. J. F. 2006. Origen y Biodiversidad de *Sechium edule* en el Estado de Veracruz México. Chapingo, Huatusco Veracruz, México. Revista Centro Regional Universitario Oriente pp: 1-16.
- 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. pp. 5-25.
- Hazekamp, T. 2002. The Potential role of Passport data in the conservation and use of plant genetics resources. In: Engels, M.M.J., Rao, R.V., Brown, H.D.A., Jackson T.M. 2002. Managing Plant Genetic Diversity Ed. IPGRI-CABI Publishing UK. pp. 185-194.
- Lira, R. 1992. Chayote (*Sechium edule*). In: J.E. Hernández Bermejo, J.E.; León, J. (eds.). Cultivos marginados. FAO. Roma. pp. 77-82.
- Montoya-Aramburu, M.A., Rodríguez, N., Pérez-Almeida, I., Marín, C. 2008. Identificación de descriptores morfológicos relevantes para la distinción de variedades y líneas élites de arroz venezolano con fines de protección intelectual. Agronomía Trop. 58(3): 223-232
- Newstrom, L. E. 1991. Evidence for the origin of chayote *Sechium edule* (Cucurbitaceae). Econ Bot. 45 (3) : 410-428.
- Ortega-Paczka, R., Martínez-Alfaro, M.A., Rincón-Enríquez, G. 1998. Principales cultivos de México y sus regiones mundiales de mayor diversidad. XVII Congreso de Fitogenética. Memoria Sociedad Mexicana de Fitogenética. Acapulco, México, 321 pp.
- Stace, C. A. 1986. The present and future infraspecific classification of wild plants. In: Styles, T. B. (ed). Infraspecific classification of wild and cultivated plants. The Systematics Ass. 29: 10-20.
- Styles, T. B. 1986. Infraspecific classification of wild and cultivated plants. In: Styles, T. B. (ed). Infraspecific classification of wild and cultivated plants. The Systematics Ass. 29: 1-4.
- UPOV. 2004. Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales. 2004. Arroz (*Oryza sativa* L.). Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad. Ginebra. 47 p.



GISeM: Rescatando y Aprovechando los Recursos Fitogenéticos de Mesoamérica.



Los resultados de investigación publicados en esta revista y volumen 2, dedicado al chayote, son producto del apoyo financiero del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (SINAREFI-SNICS-SAGARPA), así como del apoyo en equipo e infraestructura de cada una de las instituciones con integrantes en el GISeM. Expresamos especial agradecimiento a la Línea Prioritaria de Investigación 13: Comunidades Rurales Agrarias, Ejidos y Conocimiento Local, del Colegio de Postgraduados (COLPOS), por el financiamiento para la impresión y difusión del presente número.