

A close-up photograph of a chayote plant. A large, light green leaf with prominent veins and small thorns is on the left. To the right, a cluster of small, green, bell-shaped flowers hangs from a stem. The background is dark and out of focus.

MODELO DE MEJORAMIENTO GENÉTICO PARTICIPATIVO EN CHAYOTE (*Sechium spp*)

Jorge Cadena-Íñiguez
Carlos Hugo Avendaño-Arrazate
Víctor Manuel Cisneros-Solano
Ma. Lourdes Catalina Arévalo Galarza
Juan Francisco Aguirre Medina

**MODELO DE MEJORAMIENTO
GENÉTICO PARTICIPATIVO
EN CHAYOTE (*Sechium spp*)**

MODELO DE MEJORAMIENTO GENÉTICO PARTICIPATIVO EN CHAYOTE (*Sechium spp*)

Jorge Cadena-Íñiguez

Carlos Hugo Avendaño-Arrazate

Víctor Manuel Cisneros-Solano

Ma. Lourdes Catalina Arévalo Galarza

Juan Francisco Aguirre Medina



Editorial del Colegio de Postgraduados

Título de la obra:

MODELO DE MEJORAMIENTO GENÉTICO PARTICIPATIVO
EN CHAYOTE (*Sechium spp*)

Primera edición, 2013

© COLEGIO DE POSTGRADUADOS
© GRUPO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN
EN *SECHIUM edule* en MÉXICO, A. C.

Autores de la obra:

Cadena-Íñiguez, Jorge
Avendaño-Arrazate, Carlos Hugo
Cisneros-Solano, Víctor Manuel
Arévalo Galarza, Ma. Lourdes Catalina
Aguirre Medina, Juan Francisco

Edición original publicada por:

© Colegio de Postgraduados
© Editorial del Colegio de Postgraduados

Coordinación editorial: Jorge Cadena Íñiguez

Corrección de estilo: Rocío Lavaniegos

Diseño y formación: Printing Arts México, S. de R. L. de C. V.

Propiedad de:

© Colegio de Postgraduados
Carretera México-Texcoco Km. 36.5
Montecillo, Texcoco
56230 Edo. de México
© Grupo Interdisciplinario de Investigación
en *SECHIUM edule* en México, A. C.
2013

ISBN: 978-607-715-182-1

© 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*.

Impreso en México

Printed in Mexico

Índice

1. INTRODUCCIÓN	7
2. EL MEJORAMIENTO GENÉTICO PARTICIPATIVO DEL CHAYOTE EN MÉXICO	9
2.1. Diagnóstico de la situación del chayote en México	9
2.2. Problemática general	10
2.3. Recolecta de tipos de chayote y establecimiento de un Banco Central de Germoplasma	11
2.4. Capacitación a productores e intercambio de material genético	14
2.5. Experimentación con productores	17
2.6. Justificación de técnicas de mejoramiento clásico y alternativo del programa	17
2.6.1. Selección masal visual estratificada	17
2.6.2. Radiación	17
2.6.3. Cruzamientos intraespecíficos e interespecíficos	17
3. RESULTADOS DEL MEJORAMIENTO GENÉTICO PARTICIPATIVO EN CHAYOTE	19
3.1. Facilitando el acceso a la diversidad genética de chayote	19
3.2. Esquemas de selección mediante Mejoramiento Genético Participativo: Casos de estudio	19
3.2.1. Premisas de seguimiento en el mejoramiento participativo de chayote	20
3.3. Obtención de la variedad de chayote “CAÑITAS” (Registro No. 0856)	21
3.4. Obtención de la variedad “CAMPIÑA” (Registro No. 0855)	28
3.5. Obtención de la variedad de chayote “VENTLALI” (Registro No. 0857)	35
3.6. Variantes de chayote comestible para consumo fresco e industria de botanas	44
3.6.1. <i>Sechium edule</i> var. <i>nigrum maxima</i>	44
3.6.2. <i>Sechium edule</i> var. <i>albus dulcis</i>	47
3.6.3. <i>Sechium edule</i> var. <i>nigrum xalapensis</i>	50
3.7. Variantes con alto potencial farmacológico	53
3.7.1. <i>Sechium edule</i> var. <i>nigrum minor</i>	53
3.7.2. <i>Sechium edule</i> var. <i>nigrum spinosum</i>	56
3.8. Variantes amargas para la industria farmacéutica y bebidas	59
3.8.1. <i>Sechium compositum</i> (Tipo Malpaso y Tipo Talizmán)	59
3.8.2. <i>Sechium chinantlense</i> (Rojo)	60
3.8.3. Resultados preliminares de genotipos mejorados mediante cruzamientos	61
3.9. Participación de los productores en la toma de decisiones	63
4. CONCLUSIONES	66
5. ¿QUIÉN ES EL GISeM?	67
6. BIBLIOGRAFÍA	69

Los resultados de investigación publicados en esta obra son producto del apoyo financiero del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (SINAREFI-SNICS-SAGARPA) y la Línea Prioritarias de Investigación: LPI 13: Comunidades Rurales Agrarias, Ejidos y Conocimiento Local del Colegio de Postgraduados (COLPOS), así como del apoyo en equipo e infraestructura de cada una de las instituciones con Investigadores integrantes en el GISeM, A. C.

“Este programa es público, ajeno a cualquier partido político. Queda prohibido el uso para fines distintos a los establecidos en el programa.”

1. INTRODUCCIÓN

El concepto de mejoramiento genético participativo (MGP) surge en los años ochenta como parte de un proceso de desarrollo de metodologías de investigación participativa, considerando ventajas como el incremento en la orientación de usos y mayor eficiencia de los fondos para la investigación, alta adopción, estrecha relación con la cultura local, así como conocimiento y empoderamiento del campesino (Wetzien y Christinck, 2009).

El MGP incluye un involucramiento de colaboración muy estrecha entre el investigador y el productor (Martin y Sherington, 1997). En términos particulares refiere una relación del productor en las últimas fases del programa de mejoramiento, incluyendo el establecimiento de los objetivos, generación de variabilidad, selección y prueba, así como la producción y distribución de la semilla mejorada.

En el esquema de mejoramiento genético convencional, el investigador selecciona las variedades; las empresas semilleras multiplican y distribuyen dichas variedades, y el productor únicamente se limita a usarlas. A diferencia del

mejoramiento convencional, el MGP considera que la selección, multiplicación, conservación y disseminación de semillas debe ser parte de los productores (Ríos, 2000). Las variedades de mayor interés son disseminadas por los productores y permiten un incremento en la diversidad genética bajo un proceso denominado “**reacción en cadena**”, que se caracteriza por su rápida adopción por parte de los productores.

Ante la escasa participación de las instituciones de enseñanza e investigación en el mejoramiento genético del chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] en México, situación que no sólo se da en particular para este cultivo sino en varios más (Martin y Sherington, 1997), el Grupo Interdisciplinario de Investigación en *Sechium edule* en México A. C. (GISeM) se dio a la tarea de iniciar un programa de mejoramiento participativo en el complejo infraespecífico de *Sechium* spp., con la participación de productores de diferentes regiones de México, con el objetivo de generar variedades e híbridos que satisfagan las necesidades del mercado y consumidor, manteniendo y conservando la diversidad genética del chayote en México.

2. EL MEJORAMIENTO GENÉTICO PARTICIPATIVO DEL CHAYOTE EN MÉXICO

2.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DEL CHAYOTE EN MÉXICO

La percepción de la gente respecto al recurso fitogenético chayote (*Sechium* spp.) ha cambiado de acuerdo a los patrones de consumo y hábito alimenticio de los consumidores, impactando en la diversidad de formas, colores y sabores presentes en los tipos que se consumen en México y en el extranjero. Estudios recientes demostraron que hace más de 30 años, la preferencia era hacia los chayotes de color verde oscuro, por ejemplo, hacia la variedad conocida coloquialmente como “Negro Xalapa” del ahora grupo varietal *nigrum xalapensis*. Actualmente, la variedad de mayor demanda es el “Verde liso” del grupo varietal *virens levis*. Sin embargo, en la actualidad el 80 % del consumo en México se basa en los tipos “Verde liso” y en segundo lugar el “Verde espinoso” perteneciente al grupo varietal *nigrum spinosum* que se encuentra más distribuido y su consumo se centra hacia las zonas templadas y de valles altos (regiones con altitud superior a los 2000 m).

Los chayotes en general cuentan con una raíz de tipo geófito, que almacena productos de la fotosíntesis, y es conocida como chinchayote, chayotextle o cuesa. La raíz es extraída una vez

que la parte aérea de la planta ha muerto por efectos del frío o sequía, según la región geográfica, y es muy cotizada por su valor alimenticio en mercados locales. En forma natural, es la estrategia de que se vale la planta para hacer un vigoroso rebrote, una vez que las condiciones ambientales le son favorables, como por ejemplo, temperatura y humedad.

Otros grupos varietales de menor preferencia comercial son los chayotes amarillos como el “Cambray”, “Güero”, “Dulce” de los grupos varietales *albus dulcis*, *a. minor* y *a. levis* (Figura 1).

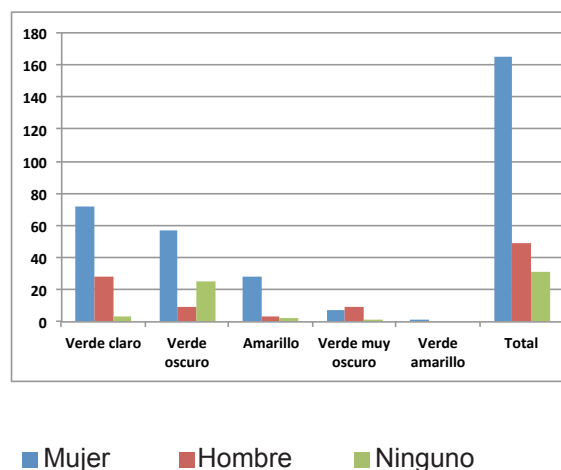


Figura 1. Distribución de la preferencia de los consumidores rurales del chayote por la coloración de la epidermis del fruto.

Una relación importante en la conservación y auspicio de las variantes biológicas de muchos recursos genéticos está dada por la preferencia de los consumidores. 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 2).

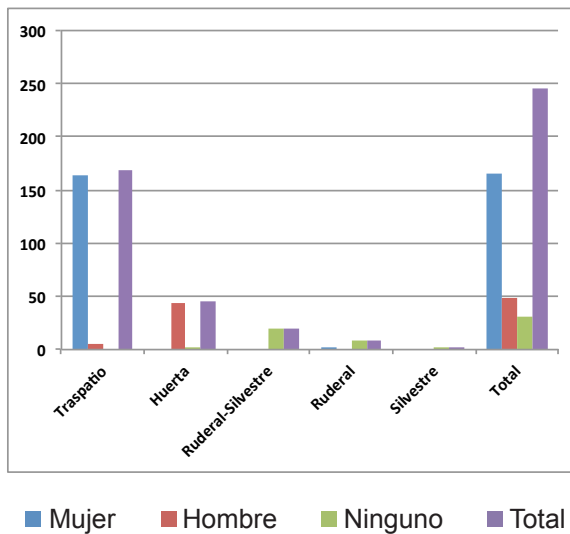


Figura 2. Distribución de condiciones de conservación indirecta y tipo de actor social, relacionado con acciones *ex situ* de variedades chayote en once estados de la República Mexicana.

El éxito del chayote como cultivo es debido principalmente a la aceptación en los mercados, sin embargo, esto mismo ha generado que otras variantes biológicas del género sean desplazadas por el tipo de chayote exitoso comercialmente, poniendo en riesgo la diversidad, lo cual predispone al consumidor moderno (áreas urbanas) a pensar que únicamente existe el chayote de los centros comerciales. A este respecto, Cadena-Íñiguez *et al.* (2005, 2007) han reportado al menos 15 diferentes grupos varietales de chayote y Avenaño *et al.* (2010) han descrito las características de estos tipos de chayote, evidenciando

con ello una amplia diversidad infraespecífica en este cultivo.

En México, la producción de chayote se centra en los estados de Veracruz, Jalisco, Michoacán y San Luis Potosí, siendo el estado de Veracruz el más importante por la superficie, con al menos 2,147 ha, con las cuales aporta cerca del 80 % de la producción nacional (SIAP, 2011) (Cuadro 1).

Estado	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)	PMR (\$/ton)	Valor (miles de Pesos)
Veracruz	2,147.00	2,147.00	147,944.5	68.91	2,231.97	330,208
Michoacán	242.50	242.50	19,136.43	78.91	2,008.26	38,430
Jalisco	230.00	230.00	8,369.00	36.39	3,432.09	28,723
SLP	60.00	60.00	1,320.00	22.00	2,830.11	3,735
Estado de México	50.00	50.00	950.00	19.00	1,850.00	1,757
Nayarit	3.10	1.50	4.00	2.67	1,000.00	4.00
Puebla	44.00	44.00	23.20	0.53	3,977.41	92.28
Tabasco	5.00	5.00	30.00	6.00	2,300.00	69.00
Yucatán	19.00	19.00	451.50	23.76	4,017.77	1,814
TOTAL	2,800.6	2,799.00	178,228.6	63.68	2,271.44	404,835

Cuadro 1. Estadística de producción de chayote registrada en México para el año 2011

2.2. PROBLEMÁTICA GENERAL

La superficie sembrada en promedio por productor es de una a 5 ha⁻¹ con rendimientos menores a 40 ton ha⁻¹, con serios problemas de plagas y enfermedades, nutrición y comercialización, que provocan que el cultivo de chayote baje considerablemente su rentabilidad. Los principales tipos de productores que se encuentran en México son:

- **Productores con sistemas de producción con bajo uso de insumos:** Se distinguen por cultivar en pequeñas extensiones, en laderas, con poca utilización de insumos y bajo manejo tecnológico del cultivo (cajeteo, control de malezas, pla-

gas, sin asistencia técnica), trayendo como consecuencia bajos rendimientos (menor a 40 ton ha).

- **Productores con sistemas de producción intermedia:** Se caracterizan por utilizar fertilizantes en baja escala (dos a tres fertilizaciones durante el cultivo), deficiente control de plagas y enfermedades, y un manejo intermedio, que permite tener producción para el mercado nacional. Sus rendimientos oscilan entre 40 y 60 ton ha, en promedio.
- **Productores con sistemas de producción con alto uso de insumos:** Se caracterizan por dar un buen manejo al cultivo (riego, poda, fertilización durante todo el ciclo, un buen manejo integrado de plagas). Sus rendimientos superan las 90 ton ha⁻¹ anualmente, con valores máximos de 136 ton ha⁻¹. Su producto es de exportación y no dependen de intermediarios para ello.

Al tratar de responder la pregunta sobre la lógica de manejo e intercambio de las semillas entre los productores, se tiene registrado que, al ser el fruto en madurez fisiológica conteniendo la semilla el que se utiliza como vía de propagación, se dificulta su almacenamiento de un ciclo a otro (semilla recalcitrante). Se tiene que mantener *in vivo*, lo cual promueve un fuerte intercambio de semilla entre productores y, con ello, variabilidad, la cual, aunque es deseable, no debe ser excesiva para alcanzar un producto final lo más uniforme posible.

Son muy pocos los productores que realizan una selección dirigida y el criterio para intercambiar semilla es la forma y tamaño del fruto, lo cual, al presentar una fuerte interacción con el ambiente y ser planta de polinización cruzada, produce una amplia variación de la producción que se cosecha.

2.3. RECOLECTA DE TIPOS DE CHAYOTE Y ESTABLECIMIENTO DE UN BANCO CENTRAL DE GERMOPLASMA

Se han realizado expediciones botánicas y acciones de recolecta dirigida desde el año 2001, en diferentes regiones de México y Centroamérica con la finalidad de identificar y preservar la mayor diversidad genética del complejo infraespecífico de chayote. Se cuenta en la actualidad con más de 245 accesiones clasificadas en 12 grupos varietales y tres especies silvestres (*S. edule*, *S. compositum*, *S. chinantlense*) (Cadena *et al.*, 2000, 2005).

La diversidad fue documentada por Cadena *et al.* (2005) y Avendaño *et al.* (2010) resguardada y conservada en el Banco Nacional de Germoplasma de *Sechium edule* (BaNGeSe)—en el Centro Regional Universitario del Oriente de la Universidad Autónoma Chapingo— que se creó en el 2005 (Figuras 3 y 4).

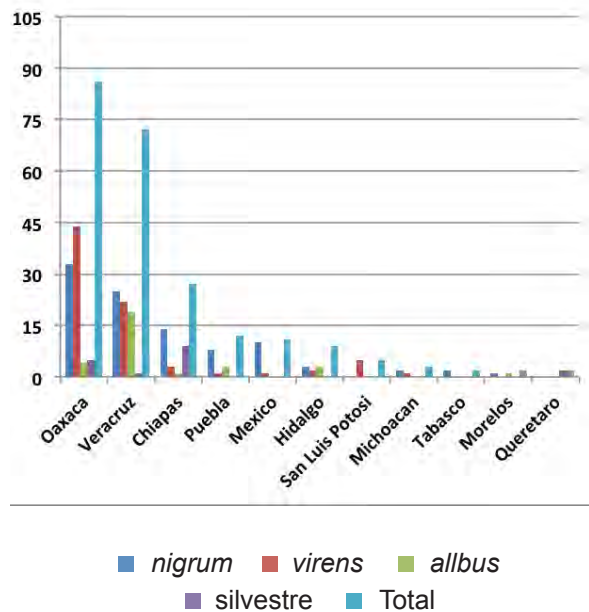


Figura 3. Distribución de la riqueza genética de los grupos varietales de chayote y el total registrado en 11 estados de la República Mexicana, para un periodo de recolecta del 2005-2010.

MODELO DE MEJORAMIENTO PARTICIPATIVO EN CHAYOTE (*Sechium spp*)





Figura 4. Establecimiento del BaNGeSe en el Centro Regional Universitario del Oriente de la Universidad Autónoma Chapingo en Huatusco, Veracruz.

MODELO DE MEJORAMIENTO PARTICIPATIVO EN CHAYOTE (*Sechium spp*)

La colección se conserva *in vivo* por ser una especie vivípara, la semilla no se puede almacenar. Se cuenta con al menos tres ejemplares de cada accesión y la diversidad se refleja en diferentes formas, tamaños, colores, sabores, con espinas y sin ellas.

Una labor muy importante en el BaN-GeSe es, además de la conservación, la

protección legal de las variantes biológicas de chayote con base en la caracterización morfológica, siguiendo la guía técnica de descriptores varietales diseñada por el GISeM (2007), su registro en el Catálogo Nacional de Variedades vegetales (CNVV) dependiente del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS-SAGARPA) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Registro legal obtenido para los grupos varietales de chayote (*Sechium edule*) en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) del SNICS-SAGARPA.

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>albus spinosum</i>	FESIB®	México	2580-CHT-011-070311
<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

2.4. CAPACITACIÓN A PRODUCTORES E INTERCAMBIO DE MATERIAL GENÉTICO

El BaN-GeSe ha sido uno de los lugares donde por varios años se ha capacitado a productores nacionales y del extranjero, amas de casa y estudiantes con el fin de transferir avances en la materia de

propagación y mejoramiento genético, y sensibilizar al público en general sobre la importancia de conservar y utilizar la diversidad genética del complejo infraespecífico de *Sechium spp.* (Figura 5).





Figura 5. Capacitación a productores, estudiantes y público en general en el BaNGeSe.

2.5. EXPERIMENTACIÓN CON PRODUCTORES

El Mejoramiento Genético Participativo se ha desarrollado en las regiones de Santa María del Río, en San Luis Potosí; Amatlan de los Reyes, Huatusco y Coscomatepec, en Veracruz. Las cuatro regiones contrastan en sus condiciones agroclimáticas y en el manejo al cultivo por el productor. La selección se inicia en el material con que cuenta el productor y con las características que interesan al mercado, buscando sanidad, rendimiento, o bien características deseables como color, forma, tamaño, sabor, etcétera. Las características de mayor interés para las regiones han sido la forma del fruto, ausencia de costillas en el fruto, sin espinas y rendimiento por metro lineal de guía. Una vez que los productores seleccionan los materiales, analizan la respuesta en las condiciones específicas de sus parcelas y, lo más importante, es que ellos mismos promueven la evaluación en parcelas de productores cooperantes (intercambio de semilla y experiencia).

2.6. JUSTIFICACIÓN DE TÉCNICAS DE MEJORAMIENTO CLÁSICO Y ALTERNATIVO DEL PROGRAMA

2.6.1. Selección masal visual estratificada

La selección masal o individual es el método de mejoramiento más antiguo y simple, basado en la selección intrapoblacional de los individuos de acuerdo a su fenotipo. Aun cuando la atención de los mejoradores se volcó hacia la producción de híbridos, desde 1930 —cuando prevaleció la idea de que la selección masal era inefectiva para mejorar el rendimiento—, este método ha venido jugando primordial papel en la conservación de sintéticos y variedades de libre polinización. La selección

masal merece consideración como un método rápido y económico de selección en nuevas áreas y complementario de otros métodos más complejos y costosos. Actualmente, este método ha sido ampliamente utilizado en los programas nacionales de mejoramiento con las innovaciones.

2.6.2. Radiación

Las mutaciones son fuente de variabilidad genética en los organismos. La variabilidad causada por las mutaciones inducidas no es esencialmente diferente de la causada por las mutaciones espontáneas durante la evolución. El uso directo de las mutaciones es una herramienta muy valiosa para el mejoramiento de plantas, particularmente cuando se desea mejorar uno o dos caracteres fácilmente identificables en una variedad bien adaptada. En plantas alogamas, mediante la inducción de mutaciones para incrementar la variabilidad. Mejoramiento de la heterosis: inducción de mutaciones en líneas mejoradas. Inducción de esterilidad masculina, todas ellas usando radiación Gamma: Cesio 137 y Cobalto 60, las principales fuentes de rayos Gamma utilizados en trabajos de radiobiología. El Cesio 137 es usado en muchas instalaciones, teniendo en cuenta que tiene una vida media más larga que el Cobalto 60.

2.6.3. Cruzamientos intraespecíficos e interespecíficos

La hibridación inducida entre especies es utilizada cada vez con más frecuencia. Los propósitos son diversos, tales como aumentar el crecimiento y la supervivencia a través de la heterosis, obtener ejemplares físicamente más atractivos, o producir ejemplares estériles y/o resistentes a enfermedades consiguiendo híbridos interespecíficos.

La hibridación, en sí, siempre se ha dado entre los organismos, pero hasta muy recientemente no se ha estudiado con seriedad. La hibridación natural entre especies compatibles produce una convergencia o mezcla en las características de las especies progenitoras, y si se producen progenies fértiles F_1 y F_2 , ello permite a los genes pasar de una especie a otra. A veces estos híbridos forman un puente o derivación entre dos especies incompatibles. La hibridación natural tiene lugar cuando dos especies compatibles crecen en condiciones simpátricas (ocupan la misma zona) y cuando coincide la

floración de ambas. Debido a que los híbridos F_1 difieren de las especies progenitoras en sus cualidades morfológicas y fisiológicas, pueden diferir también sus exigencias de estación. Por consiguiente, aunque mediante cruzamiento interespecífico se pueden producir semillas y plantitas fértiles, estos nuevos organismos sólo pueden sobrevivir y perpetuarse si encuentran un hábitáculo ecológico adecuado. Si son capaces de establecerse por sí mismos, o bien se polinizan cruzándose entre sí, o se retrocruzan con uno o ambos de sus progenitores o con una posible tercera especie.

3. RESULTADOS DEL MEJORAMIENTO GENÉTICO PARTICIPATIVO EN CHAYOTE

3.1. FACILITANDO EL ACCESO A LA DIVERSIDAD GENÉTICA DE CHAYOTE

El banco de germoplasma ha jugado un papel muy importante para que los productores tengan acceso directo a la diversidad genética del complejo infraespecífico de *Sechium* spp. El intercambio de experiencias y de semillas ha tenido gran impacto en la producción; esto se ve reflejado en que un productor puede tener rendimientos superiores a 135 ton/ha⁻¹ aplicando selección.

3.2. ESQUEMAS DE SELECCIÓN MEDIANTE MEJORAMIENTO GENÉTICO PARTICIPATIVO: CASOS DE ESTUDIO

Se implementó un Programa de Mejoramiento Genético Participativo de chayote, mediante la creación de infraestructura para la evaluación, caracterización y selección de variedades con características que el mercado nacional e internacional demanda en

dos estados de la República Mexicana (Cañada de Yáñez, Santa María, San Luis Potosí; Amatlán de los Reyes y Coscomatepec, Veracruz). La metodología aplicada fue la selección masal visual estratificada y se realizaron evaluaciones en diferentes ambientes (localidades) para los ensayos de adaptación. Los objetivos y actividades fueron establecidos en conjunto con los productores cooperantes, considerando el tipo de frutos que demanda el mercado en particular, así como características agronómicas deseables, tales como, precocidad, resistencia, entrenudos cortos, rendimiento, etcétera, de acuerdo a los siguientes pasos básicos:

I. Identificación de huertas y plantas

Los criterios para la selección de plantas fueron: competencia completa, sanas, buen vigor, rendimiento equivalente o superior a 30 cajas de 20 kg de frutos en seis meses, equivalentes a 600 kg por planta y hectárea sometidos a presión de competencia completa.

II. Etiquetado de planta

Se etiquetaron las plantas en forma consecutiva y con las iniciales del estado del país, propietario de la huerta, parcela y la fecha.

III. Evaluación del rendimiento

De acuerdo a los registros de cada productor, se cuantificó el rendimiento, sanidad, frecuencia al corte, forma, color, ausencia de espinas y dimensiones (ancho ecuatorial, profundidad y longitud total) y ausencia de surcos en el fruto.

IV. Registro de datos ambientales

De acuerdo a la red de casetas climatológicas que se encuentran próximas a los sitios de trabajo, se tomaron los registros de temperatura, precipitación, humedad y viento para cada región y localidad.

V. Manejo agronómico

Para este caso se reportan labores realizadas en cada parcela de evaluación y selección, con manejo convencional y sin manejo, las cuales se sujetan a las labores del productor.

VI. Propagación de planta

Se establecen áreas de acopio de fruto-semilla en cada comunidad y se propagan las plantas promisorias por forma, tamaño, color, sanidad, epidermis glabra y tolerancia a pudrición general (incluye ampollado de epidermis sin pudrición).

VII. Intercambio de materiales

Se promueve la siembra con los materiales mejorados, con el fin de incrementar la productividad entre los productores cooperantes.

3.2.1. Premisas de seguimiento en el mejoramiento participativo de chayote

- Reconocer las plantas que tienen las características deseables.
- Poner una marca para su identificación.
- Acordonar las plantas para que no se cosechen los frutos.
- Cortar el fruto-semilla cuando este “duro o recio” (fisiológicamente maduro y que presente estrías en la epidermis a los ± 35 días después de antesis).
- Volver a seleccionar la semilla ya cortada por la forma y tamaño.
- Si se seleccionan demasiado grandes, el fruto que se obtenga en la etapa de producción alcanzará su tamaño de corte para el mercado cuando esté muy tierno, es decir entre 11 y 15 días después de antesis, mientras que lo normal es entre 18 ± 2 días después de antesis. Lo anterior trae como consecuencia que los frutos comerciales no soporten el manejo rudo y se queman con el frío de los contenedores en su tránsito y en el anaquel de exposición al público.
- Si se seleccionan pequeños a muy pequeños, entonces el fruto-producto a obtener alcanzará su tamaño de corte para el mercado cuando este “cuajón”, es decir muy cercano a la etapa de madurez fisiológica, lo cual se traduce en pérdidas por convertirse en fruta de segunda o tercera calidad.
- Lo ideal es buscar el chayote promedio que alcance un tamaño entre 15-20 cm de largo cuando está fisiológicamente maduro, ya que al cosechar los frutos comerciales a los 18 ± 2 días después de antesis, deberán medir 12-15 cm de longitud y 8-10 cm de ancho ecuatorial.

3.3. OBTENCIÓN DE LA VARIEDAD DE CHAYOTE “CAÑITAS” (REGISTRO NO. 0856)

La obtención de la variedad CAÑITAS se realizó a través de Mejoramiento Genético Participa-

tivo (MGP) con los productores de Cañada de Yáñez, municipio de Santa María, San Luis Potosí (Sres. Margarito Torres Loredo y Francisco Torres Loredo). Las condiciones ambientales de esta comunidad se pueden observar en la Figura 6.



Figura 6. Condiciones de selva baja decidua en la comunidad Cañada de Yáñez, municipio de Santa María, San Luis Potosí.

Metodología: Mediante el método de selección visual estratificada se obtuvo la variedad CAÑITAS (Figura 7).

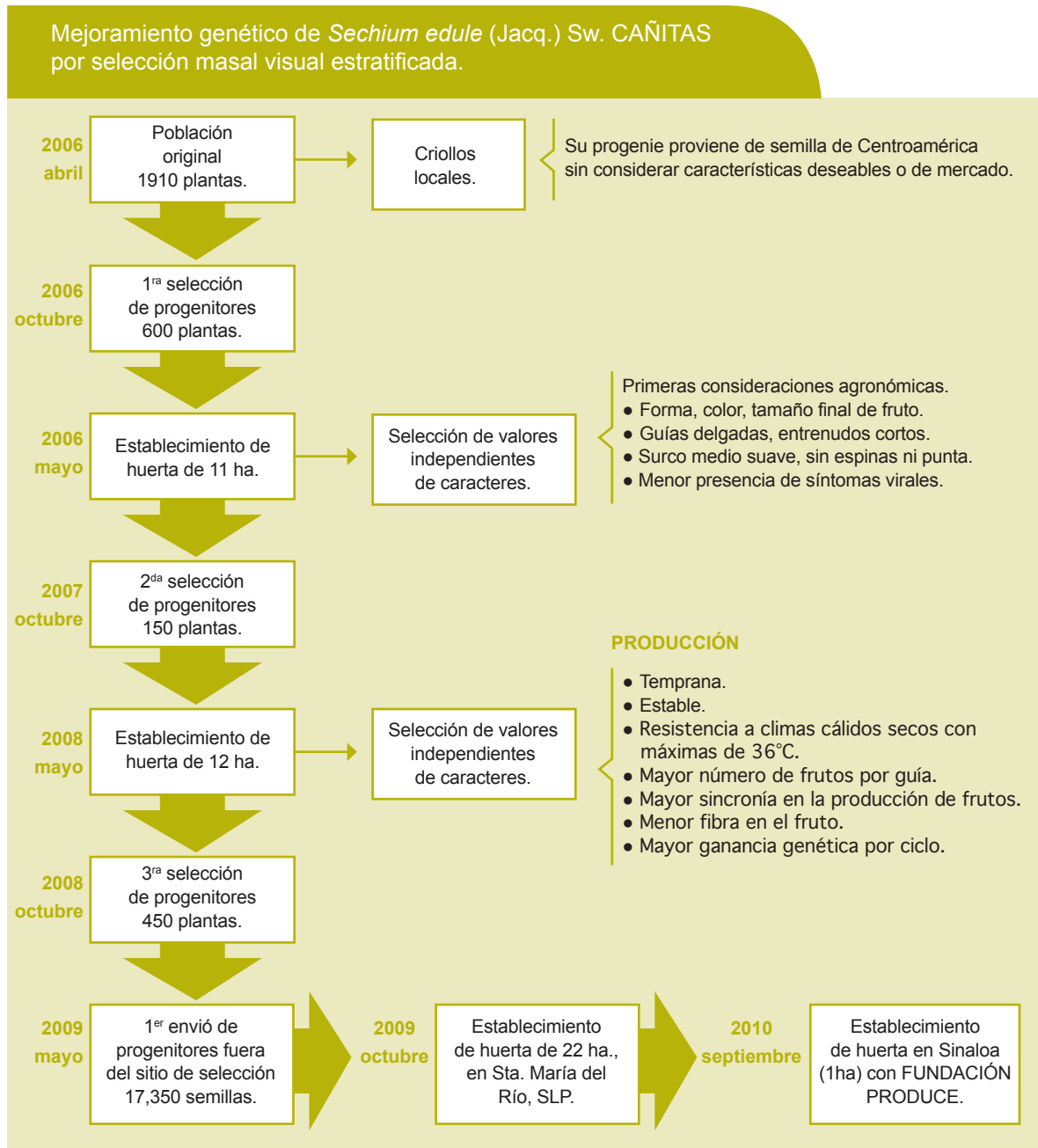


Figura 7. Metodología de selección para la obtención de la variedad de chayote CAÑITAS.

Esta variedad queda dentro el grupo comercial denominado coloquialmente chayote tipo Costa Rica, siendo su óptimo de corte el día 19 después de antesis. Los calibres son

de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana y a la Norma Codex-Stan Internacional. Los avances por ciclo de selección se muestran en las Figuras 8 y 9.

1ra. Generación



2da. Generación



3ra. Generación

Figura 8. Frutos seleccionados como fuente de semilla del cv. CAÑITAS y su evolución en Cañada de Yáñez, Santa María del Río, SLP.





Figura 9. A: Selección de frutos por parte del Sr. Margarito Torres (productor cooperante) por forma, tamaño y apariencia (sin espinas, un surco suave, sin punta) de plantas en octubre de 2007 bajo el sistema de selección masal visual estratificado en Cañada de Yáñez. B: Características de la variedad. C-D: Compartiendo experiencias con productores de la comunidad sobre el MGP y la selección de frutos.

**Características de la variedad de chayote
CAÑITAS (Registro No. 0856)**



Esta variedad presenta guías de color verde cuando es joven y, en estado adulto, color verde claro con rayas color café; poca pubescencia en el nudo y ausente en entrenudos de guía; presenta hojas de forma angulada color verde, con pubescencia abaxial media, venación recípinada color verde muy claro a blanco, y orden de cuatro venaciones al mucrón; peciolo glabro con surcos suaves de color verde claro con estrías y forma angulada. Zarcillos glabros, color verde, predominantemente cuatro a cinco ramificaciones. La flor femenina (pistilada) se presenta una por axila, ocasionalmente dos;

pétalos de 1.6 a 2.8 cm de longitud, promedio de 2.2 ± 0.09 cm, color verde muy claro a blanquecino, receptáculo con pubescencia media de color verde claro, pistilo color verde amarillo. La flor masculina (estaminada) se presenta en forma racimosa con pétalos de 1.4 a 2.2 cm de longitud media de 1.3 ± 0.21 cm, color verde claro con tonos blanquecinos, tecas color amarillo oscuro, cáliz de color verde claro con tonos muy bajos que dan la apariencia de color verde amarillo, receptáculo verde claro con tonos de apariencia verde amarillo, raquis en forma angulada de longitud media con pubescencia media. El fruto de 9.76 cm de longitud, 10.10 cm de ancho ecuatorial y fondo o profundidad de 7.77 cm en promedio; forma principal esferoide con rasgos obovoides de color verde (Pantone 373c), con un surco longitudinal, presenta una hendidura basal poco profunda, pedúnculo con poca pubescencia color verde claro, mesocarpo color blanco, de sabor de simple; fibra en la pulpa ausente al mesocarpo. La semilla media de 2 a 4.1 cm, y promedio de 3 cm de longitud, el ancho ecuatorial de 1 a 2 cm y promedio de 1.5 cm, fondo de 0.2 a 1 cm y promedio de 0.6 cm, blanco, presenta ornamentación y es de sabor simple.

A continuación se describen las principales características morfológicas:

**Hoja
angulada,
venación
blanca.**



Nudo poco pubescente y zarcillo con cuatro ramificaciones.



Pecíolo de la hoja y guía joven.

Flor pistilada, y estaminada con polen, y longitud media de raquis de inflorescencia masculina.



Fruto en madurez hortícola y pedúnculo corto en guía.

Notas relevantes:

- a. Presenta entrecruzamiento con otras variedades de *Sechium edule*.
- b. Presenta estriado en el fruto como índice de madurez fisiológica.
- c. Propagación confiable vía asexual, a través de enraizamiento de esquejes de tres entrenudos e injertación.

Clasificación de las categorías comerciales de frutos de la variedad de *Sechium edule* (Jacq) Sw. var. *virens levis*, con base en peso y dimensión en madurez hortícola (Cadena y Avendaño, 2008):

Grupo varietal	Tipo	Categoría	Peso (g)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Calibre			
						G	M	P	MP
<i>virens levis</i>	A	Extra	200-300	12-14	8-10		X		
	B	I	301-400	15-16	10-12		X		
	C	II	401-500	> 16	12-15	X			
	D	III	> 500	idem	> 15	X			

Varietal	Madurez	Hue	Croma	Firmeza (N)	SST (-Brix)	Azúcares totales (%)
CAÑITAS	Hortícola	127	24.10	17.9	5.34	3.98



Figura 10. Frutos de la variedad CAÑITAS. A-B: Frutos “recios” para semilla. C: Fruto en campo en estado de madurez hortícola. D-F: Variación típica de frutos de la variedad.

3.4. OBTENCIÓN DE LA VARIEDAD “CAMPIÑA” (REGISTRO NO. 0855)

Se realizaron acciones de mejoramiento participativo con productores del ejido Cañada Blanca del

municipio de Amatlán de los Reyes y en la localidad del municipio de Cuichapa, Veracruz. Los productores cooperantes fueron Rigoberto Armienta Campaña, Juan Carlos Miramontes, Arturo García Espejel. La metodología se describe en la Figura 11.

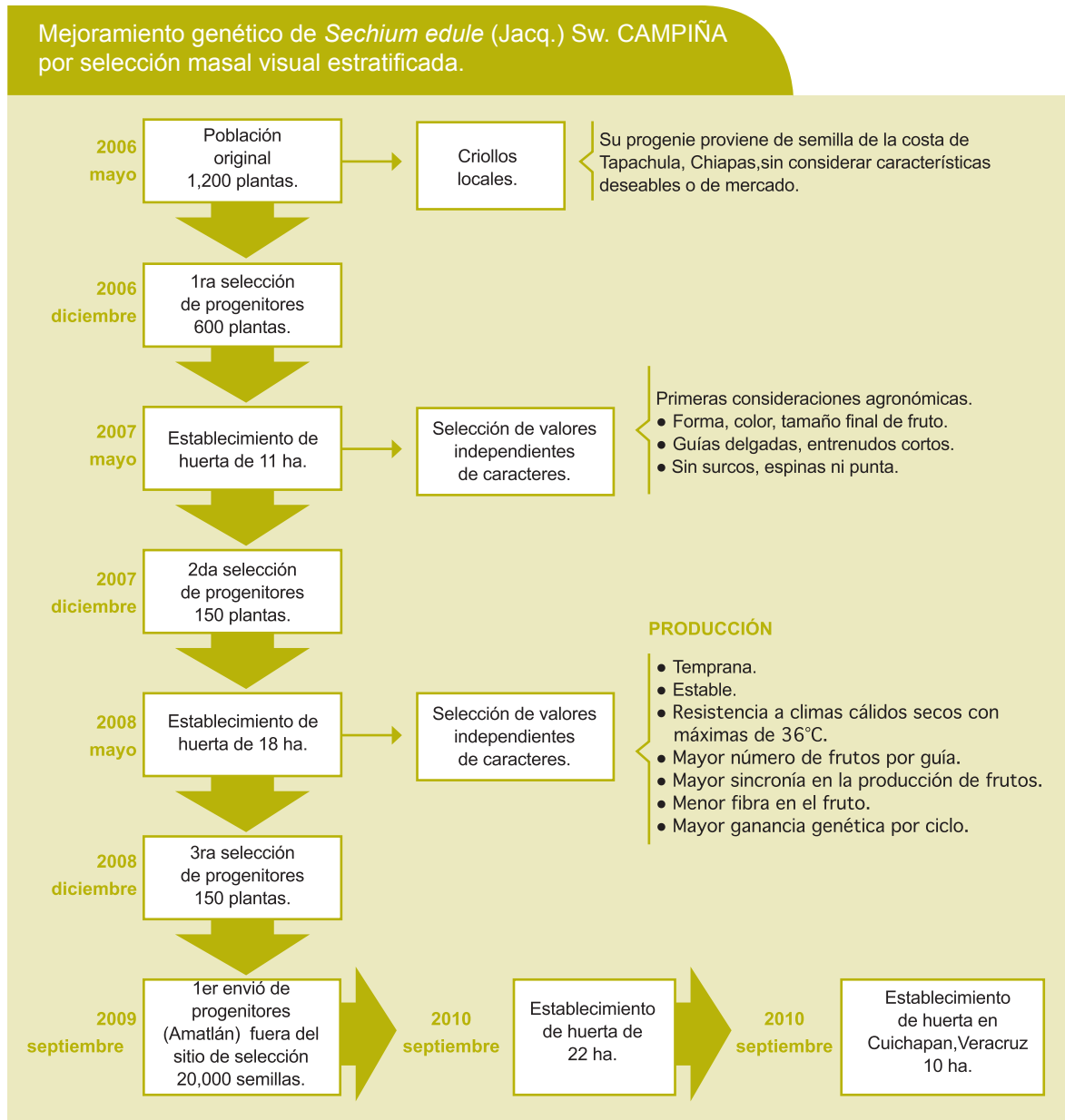


Figura 11. Metodología de mejoramiento para la selección de la variedad de chayote CAMPIÑA.

Esta variedad queda dentro del grupo comercial denominado chayote tipo Costa Rica, siendo su óptimo de corte en madurez hortícola

el día 21 después de antésis. Los calibres son de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana y a la Norma Codex-Stan Internacional (Figura 12).

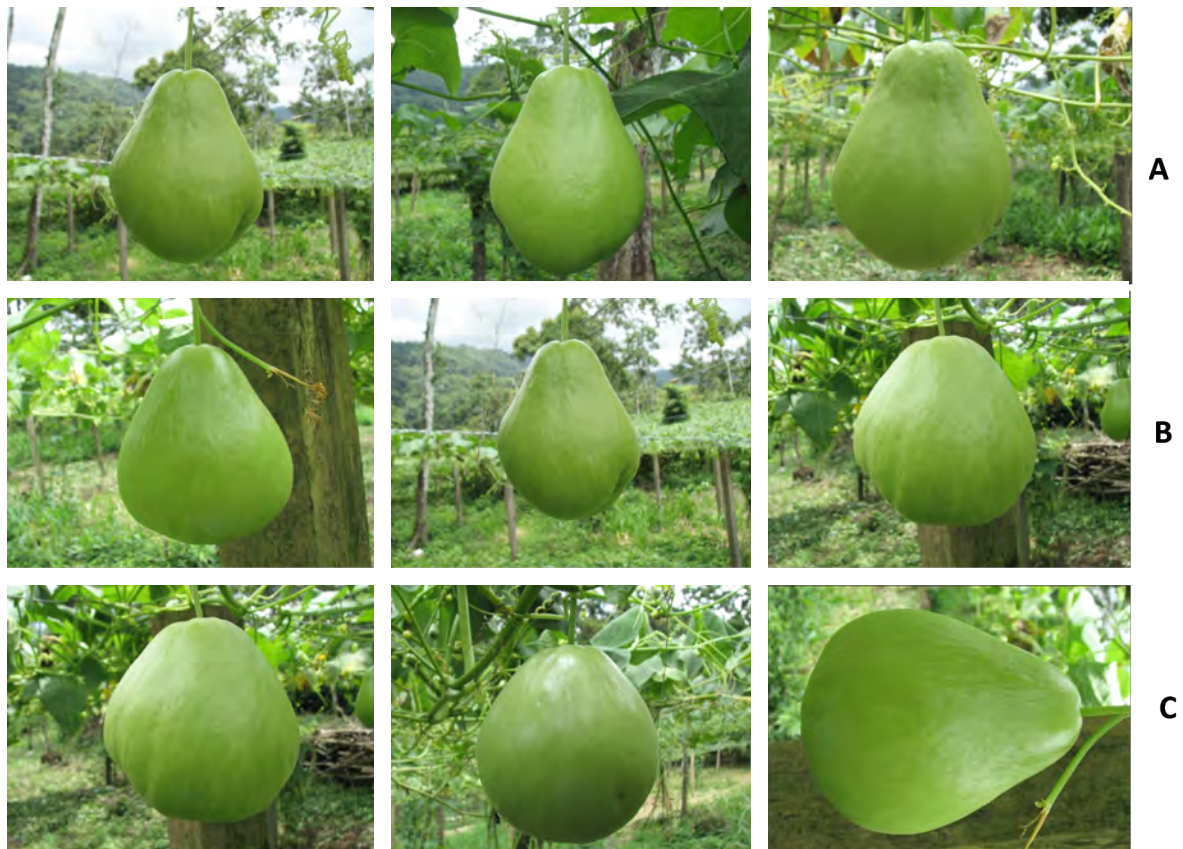


Figura 12. Muestra de la selección de frutos por forma, tamaño y apariencia (sin espinas, surcos ni punta) de plantas en la región de Lomas del Carmen y Santa Fe, Valle Nacional, Oaxaca. Planta trasladada a Amatlán de los Reyes, Veracruz, bajo el sistema de MGP.

Esta variedad ha sido evaluada en diferentes ambientes de producción y de manejo de productores cooperantes y estuvo expuesta al escrutinio comercial de futuros compradores en la exposición de productos frescos (PMA) en la ciudad de Orlando, Florida, EE. UU., pasando los estándares de mercado con la Norma Codex-Stan Internacional.

Características de la variedad de chayote CAMPIÑA (Registro No. 0855)

Esta variedad presenta guías de color verde claro cuando es joven y en estado adulto color verde claro con rayas claras, pubescencia media en nudo y entrenudos de guía; presenta



Figura 13. Características de la variedad "CAMPIÑA".

hojas de forma cordiforme color verde claro con pubescencia abaxial media, venación rectipinada color verde muy claro, y orden de cinco venaciones al mucrón; peciolo glabro con surcos suaves de color verde claro sin estrías y forma angulada. Zarcillos glabros, color verde amarillo, predominantemente cuatro ramificaciones principales. La flor femenina (pistilada) se presenta de una y dos por axila, con mucha frecuencia; pétalos de 1.7 a 3.0 cm de longitud, promedio de 2.35 ± 0.11 cm, color verde claro a blanquecino, receptáculo con pubescencia media de color verde claro, pistilo color verde amarillo. La flor masculina (estaminada) se presenta en forma racimosa, con pétalos de 1.5 a 2.4 cm de longitud media de 1.2 ± 0.23 cm, color verde claro con tonos blanquecinos, tecas color amarillo oscuro; cáliz de color verde claro con tonos muy bajos

que dan la apariencia de color verde amarillo; receptáculo verde claro con tonos de apariencia verde amarillo, y raquis en forma angulada de longitud media con pubescencia media. El fruto de 10.44 cm de longitud y 11.98 cm de ancho ecuatorial promedio, fondo de 7.57 cm promedio; forma obovoide a casi esférico de color verde claro (Pantone 373c), sin costillas, presenta una hendidura basal poco profunda, pedúnculo con baja pubescencia color verde claro, mesocarpo color blanco, sabor de simple a ligeramente dulce; fibra en la pulpa ausente al mesocarpo. La semilla es de 2 a 4.3 cm, y promedio de 3.15 cm de longitud, el ancho ecuatorial de 1 a 2 cm y promedio de 1.5 cm, fondo de 0.2 a 1.1 cm y promedio de 0.6 cm, color blanco, presenta ornamentación con sabor simple. A continuación se describen las principales características morfológicas.

Hoja cordiforme predominante, y ligeramente trisectada, que puede derivar en angulada muy suave en plantaciones de más de 12 meses de edad.





Nudo pubescente y zarcillo con cuatro ramificaciones.



Venación verde claro, rectipinnada y pubescencia media a alta.

Pecíolo de la hoja y guía joven, con frutos cuates: característica de esta variedad.



Flor pistilada y estaminada con polen, y longitud media de raquis de inflorescencia masculina.



Fruto en madurez hortícola y pedúnculo.



Fruto estriado en madurez fisiológica. La textura rugosa es característica de esta variedad en condiciones agroclimáticas inferiores a 800 m de altitud.

Fruto en guía.



Notas relevantes:

- Presenta entrecruzamiento con otras variedades de *Sechium edule*.
- Presenta estriado en el fruto como índice de madurez fisiológica.
- Propagación confiable vía asexual, a través de enraizamiento de esquejes de tres entrenudos e injertación.

Clasificación de las categorías comerciales de frutos de la variedad de *Sechium edule* (Jacq) Sw.) var. *virens levis*, con base en peso y dimensión en madurez hortícola (Cadena y Avendaño, 2008):

MODELO DE MEJORAMIENTO PARTICIPATIVO EN CHAYOTE (*Sechium spp*)

Grupo varietal	Tipo	Categoria	Peso (g)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Calibre			
						G	M	P	MP
<i>virens levis</i>	A	Extra	200-300	12-14	8-10		X		
	B	I	301-400	15-16	10-12		X		
	C	II	401-500	> 16	12-15	X			
	D	III	> 500	idem	> 15	X			

Variedad	Madurez	Hue	Croma	Firmeza (N)	SST (*Brix)	Azúcares totales (%)
CAMPIÑA Hortícola 1	126	23.00	18.8	5.83	3.76	



Figura 14. Frutos seleccionados como fuente de semilla del cv. CAMPIÑA, mayo 2008, evaluados en Amatlán de los Reyes, Veracruz, México y su progenie enviada como muestras de inserción en el mercado de California, EE. UU. para evaluar su aceptación.



Figura 15. Frutos de *Sechium edule* var. *virens levis* cv. CAMPIÑA en madurez hortícola cuyo destino serían los mercados de Norteamérica, después de cinco generaciones de mejoramiento, bajo el sistema de selección masal visual estratificado.



Figura 16. Frutos en madurez hortícola a los 21 días después de antésis del cv. CAMPIÑA, procedentes de huertas de evaluación y comportamiento, en Cañada Blanca y Cuichapa, en los municipios de Amatlán de los Reyes y Cuichapa, Veracruz (septiembre-diciembre, 2010).

Los rendimientos actuales de evaluación han oscilado entre las 87-93 ton·ha⁻¹ por ciclo de producción de seis meses de cosecha. Esta variedad es muy apropiada para condiciones de selva mediana subperennifolia en altitudes de 300 - 800 m. Es preferible su explotación bajo riego, sin embargo, bajo precipitación natural (temporal), muestra buen comportamiento.

3.5. OBTENCIÓN DE LA VARIEDAD DE CHAYOTE “VENTLALI” (REGISTRO NO. 0857)



Se realizó mejoramiento participativo con productores de las localidades de Tlaltengo, La Troje y La Raya de los municipios de Huatus-

co y Coscomatepec, Veracruz. Los productores cooperantes fueron los señores José Valentín Ventura Valerio, José Ventura López, Jorge Ventura López y José Ventura Valerio. La metodología se describe en las figuras 14, 15 y 16.

Esta variedad presenta guías de color verde claro cuando es joven, y en estado adulto color verde claro con rayas de color café, baja pubescencia en nudo y entrenudos de guía; presenta hojas de forma angulada color verde claro con baja pubescencia abaxial, venación rectipinada color verde claro, y un orden de cinco venaciones al mucrón; peciolo glabro con surcos suaves de color verde claro sin estrías y forma angulada. Zarcillos glabros, color verde claro, predominantemente tres ramificaciones principales, rara vez se encuentran cuatro a cinco. La flor femenina (pistilada) se presenta de una por axila, rara vez dos flores; pétalos de 1.5 a 2.8 cm de longitud, promedio de 2 ± 0.15 cm, color verde amarillo, receptáculo con pubescencia media de color amarillo verdoso, pistilo color verde amarillo. La flor masculina (estaminada) se presenta en forma racimosa con pétalos de 1.5 a 2.4 cm de longitud, promedio de 1 ± 0.48 cm, color verde claro con tonos verde amarillo; tecas color amarillo oscuro; cáliz de color verde claro, con

tonos muy bajos que dan la apariencia de color verde amarillo; receptáculo verde claro con tonos de apariencia verde amarillo; raquis en forma angulada con baja pubescencia. El fruto va de 10 a 18 cm y promedio de 14 cm de longitud, ancho ecuatorial de 6.0 a 10 cm y promedio de 8 cm, fondo de 5 a 8 cm y promedio de 6.5 cm; forma piriforme de color verde claro (Pantone 373c), sin costillas, presenta una hendidura basal no

muy profunda, pedúnculo con baja pubescencia color verde claro, mesocarpo color verde claro, sabor ligeramente dulce; fibra en la pulpa ausente al mesocarpo. La semilla de dos a 7 cm, y promedio de 4.5 cm de longitud, el ancho ecuatorial de 1 a 4 cm y promedio de 2.5 cm, fondo de 0.3 a 1.5 cm y promedio de 0.9 cm, color blanco, presenta ornamentación en toda la superficie con sabor medio salado.

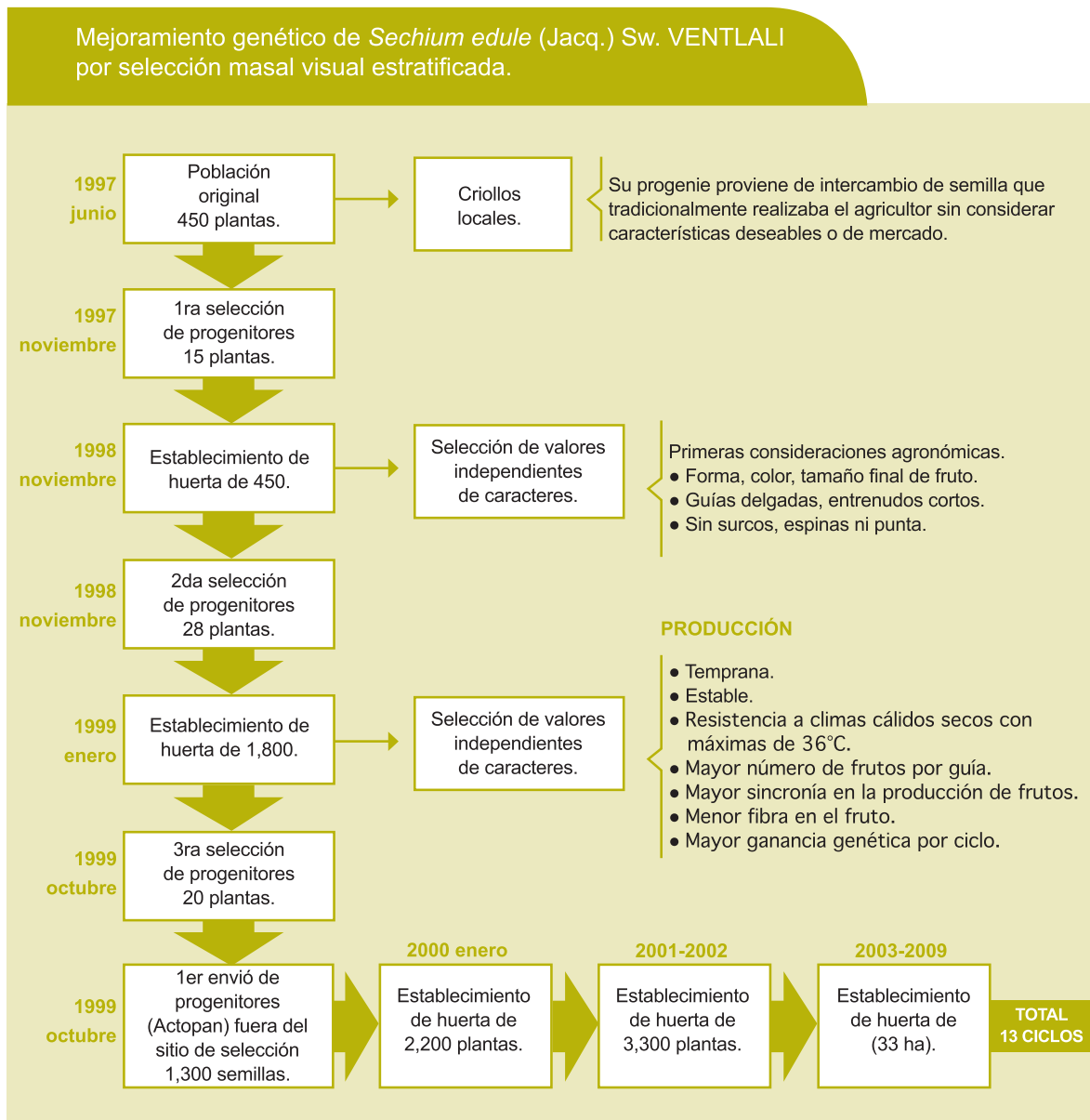
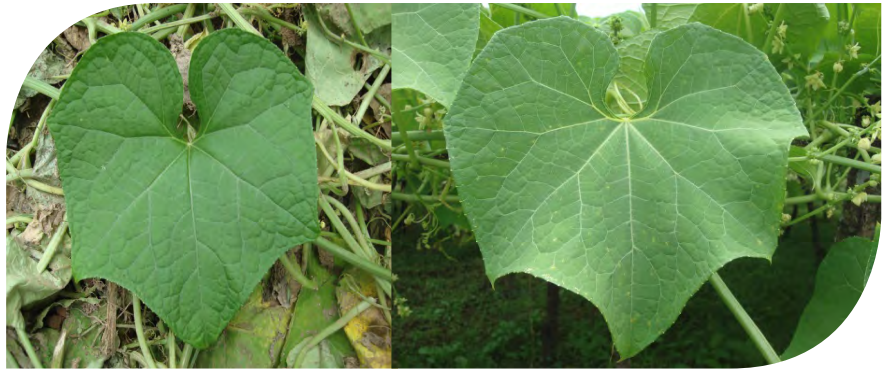


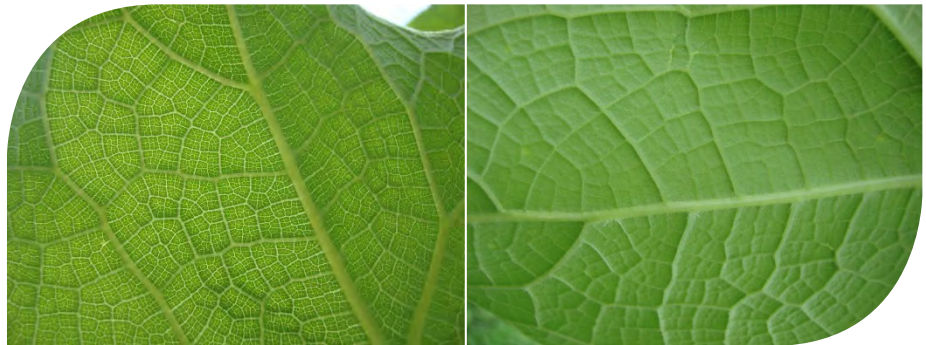
Figura 17. Metodología de mejoramiento para la selección de la variedad de chayote VENTLALI.

Hoja angulada.



Nudo poco pubescente.

Venación verde claro, rectipinnada, baja pubescencia.



Pecíolo de la hoja y guía joven

Flor pistilada y estaminada con polen, y longitud de raquis de inflorescencia masculina.



Fruto en madurez hortícola y pedúnculo.

Fruto estriado en madurez fisiológica.



Fruto en guía.



Notas relevantes:

- a. Presenta entrecruzamiento con otras variedades de *Sechium edule*.
- b. Presenta estriado en el fruto como índice de madurez fisiológica.
- c. Propagación confiable vía asexual, a través de enraizamiento de esquejes de tres entrenudos e injertación.

Clasificación de las categorías comerciales de frutos de la variedad de *Sechium edule* (Jacq Sw.) var. *virens levis*, con base en peso y dimensión en madurez hortícola (Cadena y Avendaño, 2008).

Grupo varietal	Tipo	Categoría	Peso (g)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Calibre			
						G	M	P	MP
<i>virens levis</i>	A	Extra	200-300	12-14	8-10		X		
	B	I	301-400	15-16	10-12		X		
	C	II	401-500	> 16	12-15	X			
	D	III	> 500	idem	> 15	X			

Variedad	Madurez	*Hue	Croma	Firmeza (N)	SST (-Brix)	Azúcares totales (%)
VENTLALI	Hortícola 1	126	23.00	18.8	5.83	3.76

Figura 18. Esta variedad queda dentro el grupo comercial denominado chayote tipo mexicano, su velocidad de crecimiento es mayor entre los nueve y los 21 días, siendo su óptimo de corte el día 18 después de antésis. Los calibres son de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana y a la Norma Codex-Stan Internacional.

MODELO DE MEJORAMIENTO PARTICIPATIVO EN CHAYOTE (*Sechium spp*)

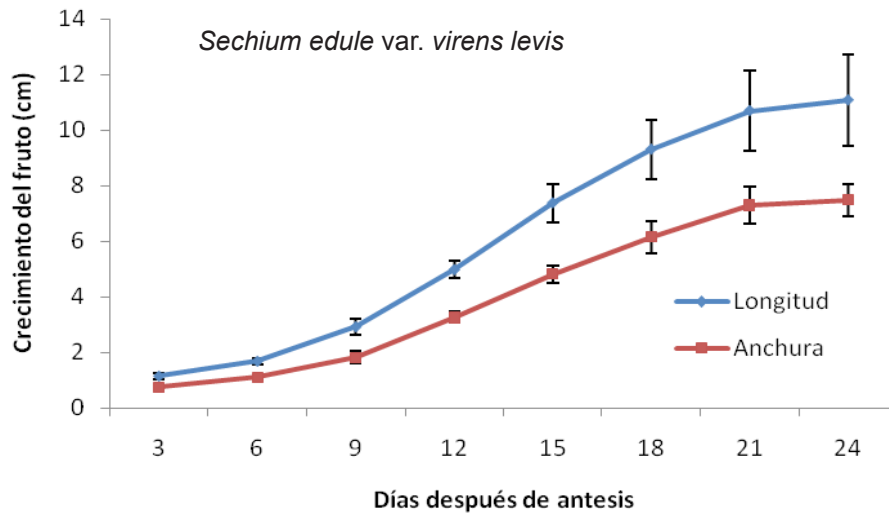
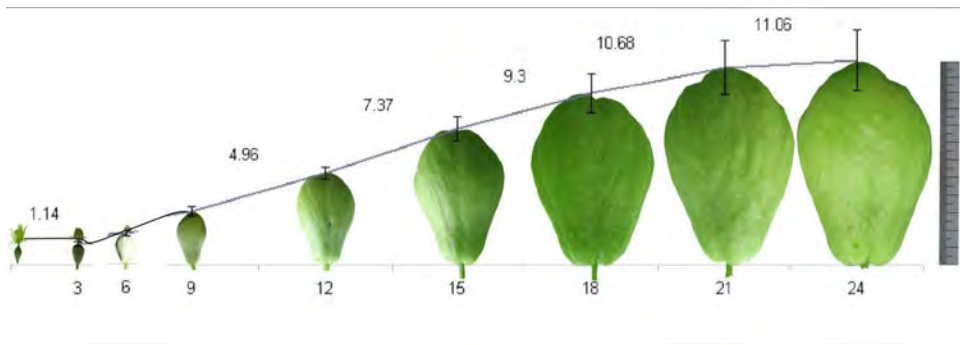


Figura 19. Muestra de la selección de frutos por forma, tamaño y apariencia (sin espinas, surcos ni punta) de plantas en las regiones de La Troje y La Raya, en Coscomatepec, Veracruz, México, bajo el sistema de selección masal visual estratificado.

Resultados del mejoramiento genético participativo en chayote



Figura 20. Frutos seleccionados como fuente de semilla VENTLALI, noviembre, 2010.



Figura 21. Frutos de *Sechium edule* var. *virans levis* cv. VENTLALI en madurez hortícola orientada a los mercados de Norteamérica. Presentación del genotipo obtenido después de 13 generaciones de mejoramiento, bajo el sistema de selección masal visual estratificado, con la marca (registrada en 2010 bajo el auspicio del SINAREFI) del grupo de productores que la produce.



Figura 22. Frutos en madurez hortícola a los 18 días después de antésis de VENTLALI, procedentes de áreas de selección ubicadas en Huatusco, Coscomatepec, Tlaltetela y Tuzamapa, municipios de Veracruz.

Se ha desarrollado de forma permanente un programa de mejoramiento a corto, mediano y largo plazos con los recursos fitogenéticos del género *Sechium* spp., partiendo de las accesiones preservadas en el banco nacional de germoplasma de chayote, así como, de acciones concertadas con productores participantes. La orientación de dicho programa obedece a los distintos objetivos que se desean involucrar, tales como: la generación de

nuevas variantes de chayote comestible con fines de exportación y mercado nacional para el consumo en fresco (verdura) e industria botanera; generación de variantes amargas para la industria de bebidas deportivas; generación de variantes con alto potencial antiproliferativo-antineoplásico, inmunomodulador y como hipoglucemiante para la industria farmacológica y sector salud, como las principales rutas que sigue el programa en mención.

Cuadro 3. Rendimiento promedio en 100 días de evaluación de un total esperado de 200 días, sembrado en la segunda quincena de diciembre y entrada a cosecha el 30 de julio del año inmediato. Los frutos fueron enviados a diferentes destinos comerciales para evaluar su aceptación con base en diferentes índices de cosecha.

Resultados del mejoramiento genético participativo en chayote

Tiempo	Núm. de salida	VOLUMEN			CLASIFICACIÓN			DESTINO/VOLUMEN KG					
		Kg	Cajas	Kg	1A.	2A.	Merma	Mercado	Walmart	Acopio	Menudeo	Otro	Total kg
Día 1	651	16	1	0.00	X						16		16
	22295	110	5	0.00	X						110		110
	652	780	48	4.00	X				680		110		790
	654	55	3	0.00	X						55		55
	655	2,080	133	4.00	X				1,958				1,958
	656	20	1	0.00	X						20		20
	657	2,150	135	4.00	X								-
	659	175	5	8.57			SEMILLA		2,015			175	2,190
	658	42	2	0.00	X						42		42
	660	265	6	0.00			X					265	265
		1,155	72	0.00	X			1,155					1,155
	664	2,925	184	3.50	X				2,741				2,741
	662	25	1	0.00	X						25		25
	665	65	2	0.00	X						65		65
	666	720	45	0.00	X			720					720
	667	270	6	0.00			X					270	270
	668	1,040	62		X			1,040					1,040
	670	90	6	0.00			X					90	90
	669	3,130	190	3.50	X				2,962				2,962
	671	2,310	84	0.00	X	X		2,310					2,310
	672	110	4	0.00							110		110
	673	3,640	227	3.15	X				3,450				3,450
	674	850	52	0.00	X			850					850
	675	3,375	215	3.00	X				3,191				3,191
	676	1,860	113		X			1,860					1,860
	563	4,520	270	3.07			X		4,520				4,520
	678	1,181	78	3.48					1,173				1,173
		1,845	123	2.67	X			1,845					1,845
	679	2,670	164	4.00	X				2,476				2,476
	680	1,140	76	3.07	X					1,140			1,140
		120	8		X	X				120			120
	681	630	42	3.07	X					630			630
	682	2,315	144	4.00	X				2,178				2,178
	683	2,211	139	2.77	X					2,211			2,211
	684	1,965	131	2.93	X					1,965			1,965
	685	3,780	227	4.00	X				3,567				3,567
	686	45	3		X						45		45
	687	45	3		X							45	45
	688	3,160	193	4.00	X				3,014				3,014
	689	2,030	131		X					2,030			2,030
	690	900	60		X					900			900
	691	2,305	134	4.00	X				2,157				2,157
	693	3,020	179	3.00	X				3,020				3,020
	694	2,705	162	3.00	X				2,705				2,705
	695	780	52		X					780			780
	696	48	3		X						48		48
	697	3,625	214	3.50	X				3,625				3,625
	698	330	22		X					330			330
	699	3,070	169	3.50	X				2,887				2,887
	700	1,920	114	3.50	X				1,834				1,834
	501	750	50		X					750			750
	502	1,640	100		X					1,640			1,640
	503	728	47		X					728			728
	504	1,320	82	3.50	X				1,320				1,320
Día 98	505	365	23		X					365			365
		78,421	4,745	2.70				9,780	51,473	13,589	646	845	76,333

3.6. **VARIANTES DE CHAYOTE COMESTIBLE PARA CONSUMO FRESCO E INDUSTRIA DE BOTANAS**

3.6.1. *Sechium edule* var. *nigrum maxima*

Familia: Cucurbitaceae.
Género: *Sechium*.
Especie: *edule* (Jacq.) Sw.
Grupo varietal: *nigrum maxima*.
Nombre: CALDERO.

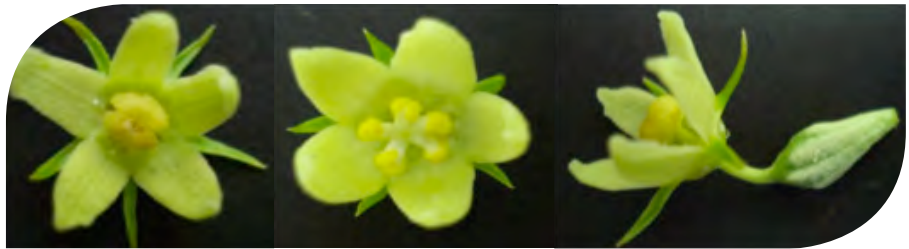
Esta variedad presenta un color de guía verde claro cuando joven y, en estado adulto, verde claro con rayado verde; pubescencia medianamente baja en los entrenudos y medianamente alta en la parte del nudo; hojas de forma angulada en su mayoría, aunque puede encontrarse la forma deltada; color verde claro a verde oscuro, pubescencia abaxial baja, venación de tipo rectipinnada, color verde claro, con un orden de cuatro venaciones al mucrón; peciolo glabro con surcos longitudinales muy marcados color verde claro sin estrías de forma angulada. Zarcillos glabros color verde claro con cuatro ramificaciones, pero también se pueden encontrar con tres. La flor femenina se presenta de una a dos flores por nudo, pétalos de 1.60

a 2.20 cm de longitud y promedio de 1.86 cm; color amarillo claro; cáliz amarillo verdoso, receptáculo con pubescencia medianamente baja de color amarillo verdoso; pistilo amarillo claro a amarillo verde. La flor estaminada se presenta en forma racimosa con pétalos de 1.60 a 2.40 cm de longitud y promedio de 1.91 cm; color verde amarillo, tecas verde claro, cáliz verde amarillo, receptáculo verde amarillo, raquis en forma angulada y pubescencia media. El fruto de 12.1 a 33.7 cm y promedio de 19.99 cm de longitud, ancho ecuatorial de 8.1 a 11.3 cm y promedio de 9.36 cm de ancho, fondo de 6.3 a 8.8 cm y promedio de 7.3 cm; forma piriforme a periforme medio alargado, color verde claro (Pantone 373c y 7492c), totalmente glabro con presencia de cinco costillas no muy marcadas y presencia de hendidura basal muy notoria, la pubescencia es baja en el pedúnculo color verde claro, mesocarpo verde muy claro con sabor neutro, estropajo medianamente adherido al mesocarpo; el tamaño de la semilla es de 2.9 a 8.1 cm y promedio de 5.42 cm de longitud, ancho ecuatorial de 1.1 a 3.0 cm y promedio de 1.89 cm de ancho, fondo de 0.3 a 2.2 cm y promedio de 0.65 cm; color blanco con apariencia de color crema, de forma periforme medio alargada con ornamentación en toda la superficie y de sabor salado. A continuación se describen las principales características morfológicas.

**Hoja en superficie
abaxial deltada
puntiaguda y
deltada normal.**



Flor pistilada.



Fruto en madurez hortícola y pedúnculo.

Fruto estriado en madurez fisiológica.





Frutos en guía.

Notas relevantes:

- a. Presenta entrecruzamiento con otras variedades de *Sechium edule*.
- b. Presenta estriado en el fruto como índice de madurez fisiológica.
- c. Propagación confiable vía sexual y, en forma asexual, a través de enraizamiento de esquejes de tres entrenudos e injertación.

Clasificación de las categorías comerciales de frutos de la variedad de *Sechium edule* (Jacq) Sw.) var. *nigrum maxima*, con base en peso y dimensión en madurez hortícola:

Grupo varietal	Tipo	Categoría	Peso (g)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Calibre			
						G	M	P	MP
<i>nigrum maxima</i>	A	Extra	200-300	12-14	7-8		X		
	B	I	301-400	15-16	8-9		X		
	C	II	401-500	> 16	9-10	X			
	D	III	> 500	idem	> 10	X			

Varietal	Madurez	Hue	Croma	Firmeza (N)	SST (*Brix)	Azúcares totales (%)
CALDERO	Hortícola 2	121.93	12.70	19.5	5.60	2.63

3.6.2. *Sechium edule* var.
albus dulcis

Familia: Cucurbitaceae.
Género: *Sechium*.
Especie: *edule* (Jacq.) Sw.
Grupo varietal: *albus dulcis*.
Nombre: CAMBRAY.

Esta variedad presenta un color de guía amarillo cuando joven y, en estado adulto, verde claro con rayas café, baja pubescencia en los entrenudos y mediana en la parte del nudo. Presenta dos tipos de hojas anguladas y deltadas color verde claro, con pubescencia abaxial media; venación de tipo rectipinada color verde claro a blanquecina, un orden de cuatro venaciones al mucrón; peciolo glabro con surcos longitudinales medianamente marcados de color verde claro, forma angulada, zarcillos glabros de color verde claro a tonos oscuros y tres ramificaciones. La flor femenina se presenta de una a dos por nudo, con pétalos de 1.5 a 1.8 cm de longitud y promedio de 1.63 cm; color crema con tonos muy bajos que dan la apariencia de verde amarillo a muy claro, receptáculo con pubescencia media de color blanco crema, pistilo color blan-

co con tonos muy bajos de verde amarillo. La flor estaminada se encuentra en forma racimosa con pétalos de 1.40 a 21.8 cm de longitud y promedio de 1.60; color crema con tonos muy bajos que dan la apariencia de verde amarillo; tecas color amarillo claro a amarillo oscuro, cáliz verde claro, receptáculo verde claro, raquis de forma angulada con baja pubescencia. El fruto tiene una longitud de 8.0 a 15.3 cm y promedio de 11.52 cm, el ancho ecuatorial es de 4.8 a 8.8 cm y promedio de 6.68 cm; el fondo de 3.8 a 7.3 cm y promedio de 5.66 cm, su forma es piriforme medio alargado de color amarillo crema (Pantone 1205c), glabro con presencia de cinco costillas no muy marcadas y hendidura basal no muy profunda, pedúnculo glabro verde claro con tonos verde amarillo, mesocarpo de color blanco crema con sabor medianamente dulce con estropajo medianamente adherido al mesocarpo. La semilla es de 3.0 a 7.6 cm y promedio de 5.16 cm de longitud, ancho ecuatorial de 1.4 a 3.6 cm y promedio 2.48 cm el fondo es de 0.6 a 1.3 cm y promedio de 0.95 cm; color blanco, forma alargada con ornamentación no muy marcada en toda la superficie con sabor medio salado. A continuación se describen las principales características morfológicas.

**Hoja deltada
en superficie
abaxial y
angulada
en adaxial.**



Nudo poco pubescente.



Venación blanca rectipinnada con pubescencia.



Flor pistilada con ovario, pistilada y estaminada con polen.



Fruto en madurez hortícola y pedúnculo.

Fruto estriado en madurez fisiológica.



Notas relevantes:

- a. Presenta entrecruzamiento con otras variedades de *Sechium edule*. Clasificación de las categorías comerciales de frutos de la variedad de *Sechium edule* (Jacq Sw.) var. *albus dulcis*, con base en peso y dimensión en madurez hortícola (Cadena y Avendaño, 2008):
- b. Presenta estriado en el fruto como índice de madurez fisiológica.
- c. Propagación confiable vía asexual, a través de enraizamiento de esquejes de tres entrenudos e injertación.

Grupo varietal	Tipo	Categoría	Peso (g)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Calibre			
						G	M	P	MP
<i>albus dulcis</i>	A	Extra	60-70	6-7	4-5			X	
	B	I	71-80	7-8	5-6		X		
	C	II	81-90	8-9	6-7		X		
	D	III	>90	>9	>7	X			

Variedad	Madurez	Hue	Croma	Firmeza (N)	SST (*Brix)	Azúcares totales (%)
CAMBRAY	Hortícola 2	126.03	16.18	16.0	4.90	2.68

La etapa de mayor velocidad de crecimiento se presenta de los 9 a los 12 días después de antesis, y a partir de entonces el contenido de carotenoides en la epidermis del fruto se hace

evidente, lo que definirá el color amarillo típico de la variedad. La madurez hortícola se alcanza 15 días después de antesis, antes que la presencia de fibra se haga evidente.

3.6.3. *Sechium edule* var. *nigrum xalapensis*

Familia: Cucurbitaceae.
Género: *Sechium*.
Especie: *edule* (Jacq.) Sw.
Grupo varietal: *nigrum xalapensis*.
Nombre: NEJALPA.

Esta variedad se caracteriza por presentar guías de color verde oscuro cuando es joven y, en estado adulto, presenta un color verde muy oscuro con rayas verde claro con baja pubescencia en los entrenudos y media en la parte del nudo, presenta polimorfismo foliar con hojas de forma angulada, deltada y deltada-puntiaguda de color verde claro con apariencia de tonos verde oscuro; pubescencia abaxial media y alta; venación rectipinada color verde claro, un orden de cuatro venaciones al mucrón; peciolo glabro con surcos medianamente marcados color verde claro, con tonos oscuros con forma angulada. Zarcillos glabros de color verde claro con tres ramificaciones.

La flor femenina se presenta de una a dos por nudo, rara vez presenta tres; pétalos de 1.50

a 2.20 cm de longitud, promedio de 1.81 cm, color verde amarillo; receptáculo con pubescencia muy baja de color verde claro, y pistilo color verde amarillo. La flor estaminada se encuentra en forma de racimo con pétalos de 1.55 a 2.25 cm y promedio de 1.82 cm de longitud, color verde amarillo, tecas amarillo oscuro, cáliz verde claro, receptáculo verde claro, raquis con forma angulada y baja pubescencia. El fruto de 7.1 a 9.7 cm, promedio de 12.06 cm de longitud, ancho ecuatorial de 4.6 a 7.8 cm, y promedio de 6.43, fondo de 4.2 a 7.0 cm y promedio de 5.76 cm; forma abovada de color verde oscuro (Pantone 575c, 575c y 576c), presenta hendidura basal no muy marcada, pedúnculo medianamente pubescente de color verde oscuro, mesocarpo de color verde claro con sabor simple. La semilla, de 1.8 a 5.0 cm y promedio de 3.24 cm de longitud, ancho ecuatorial de 1.2 a 2.9 cm, promedio de 2.17 cm, fondo de 0.3 a 1.3 cm y promedio de 0.80 cm, se encuentra muy adherida al mesocarpo con presencia de estropajo, de color crema, con ornamentación no muy notoria en la superficie y de sabor salado. A continuación se describen las principales características morfológicas.

Hoja deltada en superficie abaxial y angulada en adaxial.



Nudo poco pubescente.



Venación rectipinnada con pubescencia.



Peciolo de la hoja.

Flor pistilada, y estaminada con polen.



Fruto en madurez hortícola y pedúnculo.

MODELO DE MEJORAMIENTO PARTICIPATIVO EN CHAYOTE (*Sechium spp*)

Notas relevantes:

- a. Presenta entrecruzamiento con otras variedades de *Sechium edule*. Clasificación de las categorías comerciales de frutos de la variedad de *Sechium edule* (Jacq Sw.) var. *nigrum xalapensis*, con base en peso y dimensión en madurez hortícola (Cadena y Avendaño, 2008):
- b. Presenta estriado en el fruto como índice de madurez fisiológica.
- c. Propagación confiable vía asexual, a través de enraizamiento de esquejes de tres entrenudos e injertación.

Grupo varietal	Tipo	Categoría	Peso (g)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Calibre			
						G	M	P	MP
<i>nigrum xalapensis</i>	A	Extra	200-300	12-14	8-10		X		
	B	I	301-400	15-16	10-12		X		
	C	II	401-500	> 16	12-15	X			
	D	III	> 500	Idem	> 15	X			

Variedad	Madurez	Hue	Croma	Firmeza (N)	SST (°Brix)	Azúcares totales (%)
NEJALPA	Hortícola 2	121.93	12.70	19.5	5.60	2.63

Es ta variedad guarda el mismo comportamiento que la variedad *virens levis*, su velocidad de crecimiento es mayor entre los nueve y 21 días.

La forma piriforme es evidente desde el inicio de crecimiento, y llega a la madurez hortícola a los 21 días.

3.7. VARIANTES CON ALTO POTENCIAL FARMACOLÓGICO

3.7.1. *Sechium edule* var. *nigrum minor*

Familia: Cucurbitaceae.
Género: *Sechium*.
Especie: *edule* (Jacq.) Sw.
Grupo varietal: *nigrum minor*.
Significa: negro pequeño.
Nombre: CHAVI (chayotito, negrito).

Esta variedad se caracteriza por presentar guías de color verde oscuro cuando es joven y, en estado adulto, presenta un color verde muy oscuro con rayas verde claro, con baja pubescencia en los entrenudos y media en la parte del nudo. Presenta, además, polimorfismo foliar con hojas de forma angulada, deltada y deltada-puntiaguda, de color verde claro con apariencia de tonos verde oscuro, pubescencia abaxial media y alta, venación rectipinnada color verde claro, un orden de cuatro venaciones al mucrón, peciolo glabro con surcos medianamente marcados color verde claro con tonos oscuros de forma angulada. Zarcillos glabros de color verde

claro con tres ramificaciones. La flor femenina se presenta de una a dos por nudo, rara vez presenta tres; pétalos de 1.50 a 2.20 cm de longitud, promedio de 1.81 cm, color verde amarillo, receptáculo con pubescencia muy baja de color verde claro, pistilo color verde amarillo. La flor estaminada se encuentra en forma de racimo con pétalos de 1.55 a 2.25 cm y promedio de 1.82 cm de longitud, color verde amarillo, tecas amarillo oscuro, cáliz verde claro, receptáculo verde claro, raquis con forma angulada y baja pubescencia. El fruto de 7.1 a 9.7 cm, promedio de 12.06 cm de longitud, ancho ecuatorial de 4.6 a 7.8 cm, y promedio de 6.43, fondo de 4.2 a 7.0 cm y promedio de 5.76 cm; forma abovada de color verde oscuro (Pantone 575c, 575c y 576c), presenta hendidura basal no muy marcada, pedúnculo medianamente pubescente de color verde oscuro, mesocarpo de color verde claro con sabor simple. Semilla de 1.8 a 5.0 cm y promedio de 3.24 cm de longitud, ancho ecuatorial de 1.2 a 2.9 cm y promedio de 2.17 cm, fondo de 0.3 a 1.3 cm y promedio de 0.80 cm; muy adherida al mesocarpo con presencia de estropajo, de color crema con ornamentación no muy notoria en la superficie y de sabor salado. A continuación se describen las principales características morfológicas.

Hoja deltada y angulada en adaxial.



**Venación rectipinnada
con pubescencia.**



**Flor pistilada y
estaminada con polen.**



**Fruto en
madurez
hortícola y
pendúnculo.**



Frutos en guía.



Notas relevantes:

- a. Presenta entrecruzamiento con otras variedades de *Sechium edule*.
- b. Presenta estriado en el fruto como índice de madurez fisiológica.
- c. Propagación confiable vía asexual, a través de enraizamiento de esquejes de tres entrenudos e injertación.

Clasificación de las categorías comerciales de frutos de la variedad de *Sechium edule* (Jacq) Sw.) var. *nigrum minor*, con base en peso y dimensión en madurez hortícola (Cadena y Avendaño, 2008):

Grupo varietal	Tipo	Categoría	Peso (g)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Calibre			
						G	M	P	MP
<i>nigrum minor</i>	A	Extra	5-10	2-3	2-3				X
	B	I	11-15	3-4	3-4			X	
	C	II	>15	>4	>4			X	
	D	III							

Variedad	Madurez	Hue	Croma	Firmeza (N)	SST (-Brix)	Azúcares totales (%)
CHAVI	Hortícola 1	126.07	10.72	16.2	6.63	2.72

La velocidad de crecimiento en esta variedad es constante hasta el día 12. A partir de este punto, el tamaño se mantiene sin cambios; sin embargo, se presentan cambios en las características del fruto como incremento en el contenido de almidón y fibra. Por ello,

dependiendo del mercado destino del fruto es importante considerar la fecha de corte a los 12 días después de anthesis. Por otro lado, la forma ovoide es más compacta dada la semejanza entre las líneas de crecimiento longitudinal y ecuatorial del fruto.

3.7.2. *Sechium edule* var. *nigrum spinosum*

Familia: Cucurbitaceae.

Género: *Sechium*.

Especie: *edule* (Jacq.) Sw.

Grupo varietal: *nigrum spinosum*.

Significa: negro espinoso.

Nombre: VICIS (espinoso, espinudo, erizo).

Esta variedad presenta un color de guía cuando es joven verde claro, y en estado adulto va de verde claro con rayado a verde oscuro con rayas verde claro. Los entrenudos son glabros y la parte del nudo medianamente pubescente; la forma de la hoja puede ser deltada o deltada puntiaguda, de color de verde claro a verde oscuro con pubescencia abaxial baja, con la venación de tipo rectipinada de color verde claro con un orden de cuatro venaciones; peciolo glabro con surcos longitudinales altos bien marcados de color verde claro a verde oscuro; zarcillos glabros de color verde claro a verde oscuro con tres ramificaciones, aunque se pueden encontrar con cuatro. La flor femenina presenta flores de una a dos por cada entrenudo, con pétalos de 1.25 a 2.50 cm de longitud con un promedio de 1.84 cm; color verde amarillo, cáliz verde claro a verde amarillo, receptáculo con pubes-

cencia medianamente baja de color verde claro, pistilo verde claro a verde amarillo. La flor estaminada se encuentra en forma racimosa, con pétalos de 1.35 a 2.40 cm de longitud con un promedio de 1.84 cm; color verde amarillo, tecas amarillo claro, cáliz verde amarillo, receptáculo verde claro a verde amarillo, raquis en forma angulada y con pubescencia baja. El tamaño del fruto es de 5.8 a 17.1 cm con un promedio de 11.55 cm de longitud, de 5.0 a 12.2 cm y en promedio 8.30 cm de ancho, 3.6 a 9.7 cm y un promedio de 6.92 de fondo. La forma es piriforme de color verde claro a verde oscuro (Pantone 350c, 364c, 370u, 377u y 1205c), con presencia de espina con una distribución media y baja, con cinco costillas no muy marcadas con hendidura basal muy marcada, pubescencia muy baja en el pedúnculo, mesocarpo de color verde claro a verde oscuro con sabor neutro a medianamente dulce, con estropajo muy adherido al mesocarpo. El tamaño de la semilla es de 0.7 a 6.3 cm, con un promedio de 3.74 cm de longitud, de 0.6 a 6.0 cm y en promedio 2.58 cm de ancho, 0.1 a 1.5 cm y un promedio de 0.77 cm de fondo; de color crema de forma periforme, aunque puede presentar forma redonda con ornamentación en toda la superficie de la semilla de sabor salado a medianamente amargo. Se describen a continuación las principales características morfológicas.

Hoja en superficie abaxial deltada puntiaguda y deltada normal.



Nudo pubescente.



Venación rectipinnada con pubescencia hoja madura.



Estriado de peciolo de hoja.



Flor pistilada.



Fruto en madurez hortícola y pedúnculo.



Fruto estriado en madurez fisiológica.



Frutos en guía.



Notas relevantes:

- Presenta entrecruzamiento con otras variedades de *Sechium edule*.
- Presenta estriado en el fruto como índice de madurez fisiológica.
- Propagación confiable vía sexual y, en forma asexual, a través de enraizamiento de esquejes de tres entrenudos e injertación.

Clasificación de las categorías comerciales de frutos de la variedad de *Sechium edule* (Jacq Sw.) var. *nigrum spinosum*, con base en peso y dimensión en madurez hortícola (Cadena y Avendaño, 2008):

Grupo varietal	Tipo	Categoría	Peso (g)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Calibre			
						G	M	P	MP
<i>nigrum spinosum</i>	A	Extra	200-300	12-14	7-8		X		
	B	I	301-400	15-16	8-9		X		
	C	II	401-500	> 16	9-10	X			
	D	III	> 500	Idem	> 10	X			

Variedad	Madurez	Hue	Croma	Firmeza (N)	SST (-Brix)	Azúcares totales (%)
VICIS	Hortícola 1	118.38	8.92	20.6	4.07	3.38

La velocidad de crecimiento de *nigrum spinosum* se mantiene constante desde los 6 hasta los 18 días después de antesis, siendo el crecimiento ecuatorial similar al longitudinal entre los 6 y 12 días. El

crecimiento longitudinal se hace evidente, dando resultado a la forma piriforme, llegando a la madurez hortícola a los 21 días. Un aspecto destacado de esta variedad es la presencia de espinas.

3.8 VARIANTES AMARGAS PARA LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA Y BEBIDAS

3.8.1. *Sechium compositum* (tipo Malpaso y tipo Talismán)

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. 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 y 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 y protuberancia, por lo que se le 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 23).



Figura 23. Frutos fisiológicamente maduros de chayote amargo de la especie *Sechium compositum* tipo Malpaso.



Figura 24. A: Frutos de chayote amargo tipo Malpaso (largos) y tipo Talismán (redondos) de *Sechium compositum* en estado fisiológicamente maduro.

3.8.2. *Sechium chinantlense* (Rojo)

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 pobla-

dores valor alguno. Se ha localizado en tres sitios poco poblados y taludes varios de la carretera Valle Nacional-Oaxaca (Figura 10). La variación en color de los frutos registrada en las colectas va del verde oscuro a café rojizo, de forma oval aplanada, tamaño pequeño, sin presencia de espinas y surcos suaves (Figura 25).

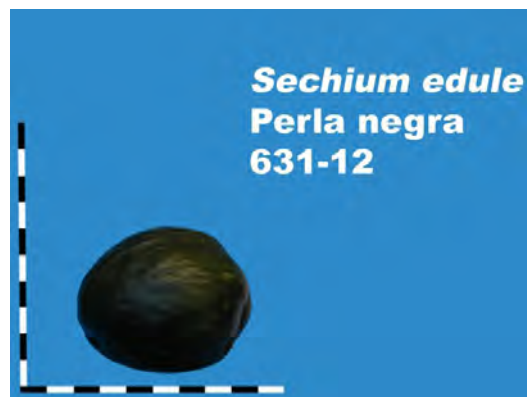


Figura 25. Frutos de chayote amargo fisiológicamente maduros de *Sechium chinantlense*.

3.8.3. Resultados preliminares de genotipos mejorados mediante cruzamientos

Cuadro 4. Genotipos del género *Sechium* spp., obtenidos por medio de técnicas de mejoramiento genético clásico.

ACCESIÓN	Grupo	DISTINCIÓN	TIPO	SABOR
631-12	<i>Sechium edule</i>	Perla Negra	Variedad	Amargo
632-12	<i>Sechium compositum</i>	Malpaso	Ecotipo	Amargo
633-12	<i>S. compositum</i> Malpaso X <i>nigrum maxima</i>	H-633-12	Híbrido	Amargo
635-12	<i>S. compositum</i> Talismán X <i>S. edule nigrum spinosum</i>	H-635-12	Híbrido	Amargo
636-12	<i>Sechium chinantlense</i>	El Gavilán	Ecotipo	Amargo
639-12	<i>Sechium edule</i> Madre negra Negra X <i>S. edule virens levis</i> 290	639-12-H-D	Híbrido	Amargo
640-12	<i>S. edule virens levis</i> 290	290-Amargo	Variedad	Amargo
641-12	<i>S. edule nigrum xalapensis</i> X <i>S. edule</i> Madre Negra	H-641-12	Híbrido	Amargo
642-12	<i>Sechium edule</i> : Madre de H-387 y Padre de 639-12-H-D	Madre negra	Variedad	Amargo
643-12	<i>Sechium compositum</i> X <i>Sechium edule nigrum xalapensis</i>	H-D-Victor	Híbrido	Amargo
643-13	<i>Sechium edule</i> : <i>nigrum spinosum</i>	CHOCO-2012	Variedad	Amargo
H-387	<i>S. edule</i> Madre negra X <i>S. edule virens levis</i> 290	H-387	Híbrido	Amargo



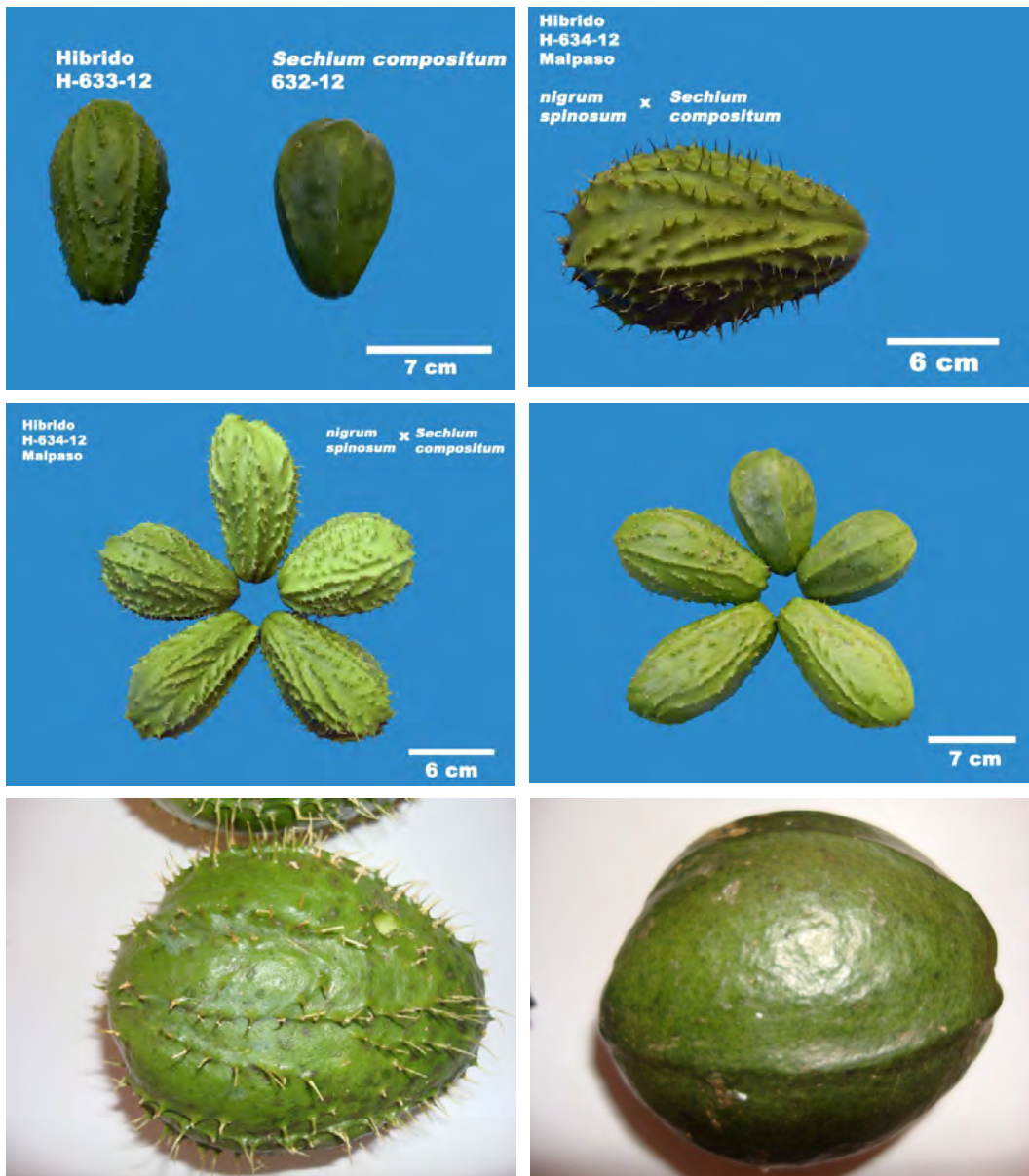


Figura 26. Genotipos del género *Sechium spp.*, obtenidos por medio de técnicas de mejoramiento genético clásico.

3.9. PARTICIPACIÓN DE LOS PRODUCTORES EN LA TOMA DE DECISIONES

La priorización de iniciativas y demandas de atención para el mejoramiento del sistema producto de chayote en México, se obtuvieron a través de la consulta de los

actores que lo integran. Cada iniciativa fue expuesta por productores y recibió un determinado número de votos que la ubicaron en tres categorías o prioridades.

PRODUCCIÓN

Problema o necesidad	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	TOTAL
Selección de semilla	13	1	2	16
Preparación de terreno	1	1		2
Preparación de semilla	2		1	3
Rendimiento	5			5
Siniestralidad	1	2	1	4
Control de insecticidas (uso)	2	9	8	19
Control de riesgo	0	3	1	4
Paquete tecnológico integral	4	5	1	10
Poda				0
Uso y conservación de suelo y agua		1		1
Control integral de plagas y enfermedades	2		2	4
Productos alternativos				0
Asistencia técnica	1	2	5	8
Manejo de maleza				0
Uso de bitácora de campo			3	3
Costos de producción	1		1	2
Uso de variedades mejoradas	1	1		2
Insumos alternativos (fertilizantes)		3	2	5
Arreglo topológico			1	1
Patrones de nutrición ineficientes	1		1	2

COMERCIALIZACIÓN

Problema o necesidad	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	TOTAL
Estudios de mercado	9	2	1	12
Mercadotecnia/ publicidad	8	2	3	13
Alianza con comercializadores	4	5	1	10
Registro de marcas y marcas colectivas	3	4	2	9
Presentación/empaque del producto	3	1	6	10
Legislación para garantizar pago del producto	1	3	4	8
Control de precios	1	5	4	10
Registro de origen	4	1	2	6
Control de coyotaje	1		1	2
Desaprovechamiento de la diversidad genética (intermediarismo)	1	1	2	4
Normas de calidad	1	6	1	8

EQUIPO E INFRAESTRUCTURA

Problema o necesidad	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	TOTAL
Postes alternativos para tapancos	14	4	1	19
Fuente de postes de madera	1	4	1	6
Bodegas para insumos	2		1	3
Galeras de campo para la producción	1	4	5	10
Línea de empaque	6	3	5	14
Alto costo de inversión inicial de la plantación	4	5	6	15

SERVICIOS

Problema o necesidad	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	TOTAL
Seguro agrícola	3	4	5	12
Análisis de suelo/agua/plantas	4	4	4	12
Certificación orgánica		3	3	6
Insumos caros	3	5	4	12
Falta de financiamiento	10	4	5	19

CAPACITACIÓN

Problema o necesidad	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	TOTAL
Formación de técnicos	16	3	1	21
Capacitación permanente a todos los actores	5	7	2	14
Capacitación contable y fiscal a productores		1	3	4
Uso de bitácora de campo		4	3	7
Costos de producción		1	2	3
Capacitación en postcosecha	3	4	1	8
Manual de buenas prácticas	1	2	8	11
Falta esquema de transferencia de tecnología	2	1	2	5
Normas de calidad	3		5	8

INVESTIGACIÓN

Problema o necesidad	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	TOTAL
Diagnóstico del sistema de producción	8			8
Validación de productos	3		3	6
Uso de conservación de suelo y agua	6	3	2	11
Variedades mejoradas	11	1	3	15
Investigación postcosecha	1	5	1	7
Vida de anaquel	4	3	4	11
Valor agregado	2	4	2	8
Desvinculación de las instituciones	1	3	5	9
Estudio de mercado	1	2	3	6

COSECHA Y POSTCOSECHA

Problema o necesidad	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	TOTAL
Manejo del producto y acondicionamiento	9		1	10
Selección	7	1	1	9
Control de calidad	5	3	6	14
Empaques alternativos	4	1	1	6
Trazabilidad para el transporte del producto	1	3		4
Empaques	4	5	4	13
Gastronomía	1	1	3	5
Calidad del producto (normas de calidad)	4	3	2	9
Acondicionamiento, vida de anaquel	4	2	3	9
Productos y subproductos (industria)	2	4	1	7

ORGANIZACIÓN

Problema o necesidad	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	TOTAL
Sensibilización en la organización	4	1		5
Planeación estratégica	8			8
Interdisciplinariedad		1		1
Planeación de producciones/registro/zona ecológica		5		5
Red de valor/sistema productivo	4	1	2	7
Consejo nacional de productores	2	2	3	7
Regulación fitosanitaria nacional e internacional	2	1		3
Planeación a gran visión (10-15 años)	4	1	3	8
Contaminación por el ingenio	3	2	1	6
Censo de productores	2	1	4	7
Regulación y supervisión de superficie cultivada	1			1
Vinculación con autoridades	1		1	2
Alianzas entre productores	1			1
Actitud inapropiada (chayoteros)	4	1	1	6
Valores	1	2		3
Uso de apoyos públicos	4	2	4	10

4. CONCLUSIONES

El Mejoramiento Genético Participativo en chayote se ha convertido en la práctica en una plataforma para el diseño, implementación y evaluación de estrategias relacionadas con el manejo de la diversidad del complejo infraes-

pecífico de *Sechium* spp., en beneficio de los productores. De igual manera, ha propiciado el reconocimiento de los productores como protagonistas del proceso de mejora y conservación de las variantes biológicas.

5. ¿QUIÉN ES EL GISeM?

El GISeM es un grupo interdisciplinario de investigación, integrado por investigadores de diferentes instituciones —Colegio de Postgraduados (COLPOS), Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Facultad de Estudios Superiores Za-

ragoza de la Universidad Nacional Autónoma de México (FES-UNAM) y la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH)—, comprometidos con el aprovechamiento integral de los recursos filogenéticos mesoamericanos que incluyen el rescate, conservación, investigación y transferencia tecnológica de los mismos.



El logo distintivo del 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, la cual va 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*.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Avendaño, A. C. H. *et al.* 2010. *Las variedades del chayote mexicano, recurso ancestral con potencial de comercialización*. Grupo Interdisciplinario de Investigación en *Sechium edule* en México A. C. (GISeM). México. 88 p.
- Cadena-Íñiguez, J. 2005. *Caracterización morfoestructural, fisiológica, química y genética de diferentes tipos de chayote (Sechium edule)*. Tesis Doctoral, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 164 p.
- Cadena-Íñiguez, J. *et al.* 2006. "Quality Evaluation and Influence of 1-MCP on *Sechium edule* Fruit During Postharvest". *Postharvest Biology and Technology* 40(2): 170-176.
- Cadena-Íñiguez, J. *et al.* 2007. "Production, Genetics and Postharvest Management and Pharmacological Characteristics of *Sechium edule* (Review)". *Fresh Produce Journal (Global Science Books)* 1(1):41-53.
- Cadena-Íñiguez, J. *et al.* 2008. "Intraspecific Variation of *Sechium edule* in the State of Veracruz, Mexico". *Genetic Resources and Crop Evolution*. 55: 835-847.
- Cadena-Íñiguez, J. *et al.* 2013. "The Antiproliferative Effect of Chayote Varieties (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) on Tumour Cell Lines". *Journal of Medicinal Plants Research* 7(8):455-46.
- Martín, A. y J. Sherington. 1997. "Participatory Research Methods-Implementation, Effectiveness and Institutional Context". *Agricultural Systems* 55 (2): 195-216.
- Rios, H. *et al.* 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.
- Wetzien, E. y A. Christinck. 2009. "Methodologies for Priority Setting" In: *Plant Breeding and Farmer Participation*. S. Ceccarelli, E. P. Guimaraes y E. Weltzien (Eds). FAO, Rome.

“El Colegio de Postgraduados está comprometido con el manejo responsable de los productos forestales, es por ello que buscamos a través de nuestros proveedores de impresión apoyar al Forest Stewardship Council, principal organismo internacional de certificación forestal. Las publicaciones que editamos y que llevan la etiqueta FSC® han sido impresas en papel certificado FSC®, lo cual garantiza que dicho papel proviene de fuentes responsables y ha sido custodiado en todos los pasos del proceso desde su elaboración hasta la impresión”.

MODELO DE MEJORAMIENTO GENÉTICO PARTICIPATIVO EN CHAYOTE (*Sechium spp*)

IMPRESO EN MÉXICO PRINTED IN MEXICO
PRINTING ARTS MEXICO, S. DE R. L. DE C. V.
CALLE 14 NÚM. 2430, ZONA INDUSTRIAL
GUADALAJARA, JALISCO, MÉXICO. C.P. 44940
WWW.TEGRAFIK.COM
RFC: PAM 991118 DGO
TIRAJE: 1,000 EJEMPLARES.

México es centro de origen y domesticación de chayotes del género *Sechium* spp., y resaltan por su endemismo las especies *S. compositum*, *S. chinantlense* y *S. edule*, siendo esta última la especie de mayor diversidad infraespecífica debido a su relación con los grupos americanos que lo hicieron parte substancial de su dieta. A partir del año 2008, México se convierte en el primer productor y exportador mundial de chayotes, y actualmente representa uno de los cultivos de mayor impacto social por su manejo ecológico en áreas de ladera y el número de empleos locales generados por hectárea. Dado que su éxito económico descansa en un solo tipo denominado chayote verde liso, se han establecido programas de Mejoramiento Genético Participativo (MGP), con el fin de promover la profesionalización de productores en la obtención de variantes biológicas acordes a los requerimientos de los mercados, además de incursionar en la selección y obtención de híbridos y variedades no comestibles con fines industriales, de tal forma que ello promueva la conservación del reservorio genético y promueva la diversificación de usos.



Editorial del Colegio de Postgraduados

