

Cultivo *in vitro* como una potencial técnica para la conservación de *Sechium P. Browne*

Riviello-Flores, Maria de la Luz¹; Cadena-Iñiguez, Jorge^{3*}; Cruz-Izquierdo, Serafin^{2*}; Arévalo-Galarza, Ma. Lourdes²; De la Cruz-Torres, Eulogio⁴; Guevara-Buendía, Ángel⁵; Sánchez-Cabrera, Irma²

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km 36.5 carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C.P. 56264. Estancia Posdoctoral por México, Secretaria de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI).

² Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km 36.5 carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C.P. 56264.

³ Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí. Iturbide 73, Col. Centro, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México. C. P. 78620.

⁴ Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. Carretera México-Toluca S/N, La Marquesa, Ocoyoacac, C.P. 52750, Estado de México.

⁵ Tecnológico de Estudios Superiores de Chimalhuacán (TESCHI). Estado de México, ubicada en Primavera s/n, Col. Santa María Nativitas, Chimalhuacán, C.P. 56330.

* Autor para correspondencia: jocadena@colpos.mx; seracruz@colpos.mx

Problema

La conservación del género *Sechium P. Browne*, en especial de *S. edule* y genotipos silvestres asociados, enfrenta retos significativos que se relacionan directamente con la fisiología de su semilla recalcitrante, que evita almacenarse en condiciones convencionales como ocurre con las ortodoxas, limitando las opciones reales de resguardo a largo plazo, obligando a que la conservación *ex situ* dependa principalmente de colecciones de campo o en invernadero. El modelo *ex situ*, requieren grandes áreas de cultivo, inversión continua, mano de obra entrenada y condiciones climáticas adecuadas. En consecuencia, el material conservado permanece expuesto a factores que pueden comprometer su permanencia, tales como los organismos plaga, eventos climáticos extremos, así como problemas de índole administrativa o laboral en las instituciones que las albergan. Lo anterior representa un desafío para los bancos de germoplasma.

Sechium constituye un recurso fitogenético estratégico para México por la relevancia alimentaria de la especie *S. edule* y sus variantes comestibles. Además, resultados recientes indican aplicaciones farmacológicas y nutracéuticas de otros genotipos del género, tales como *S. compositum* y *S. chinantense*. Una ventaja del mejoramiento genético en *Sechium* son los híbridos y variantes obtenidas de la segregación, los cuales, por multiplicación asexual, se convierten en genotipos estables.



Cómo citar: Riviello-Flores, M. de la L., Cadena-Iñiguez, J., Cruz-Izquierdo, S., Arévalo-Galarza, M. L., De la Cruz-Torres, E., Guevara-Buendía, Ángel, & Sánchez-Cabrera, I. Cultivo *in vitro* como una potencial técnica para la conservación de *Sechium P. Browne*. *Agro-Divulgación*, 5(6). <https://doi.org/10.54767/ad.v5i6.572>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Marzo 2026.

Agro-Divulgación, 5(6). Noviembre-Diciembre. 2025. pp: 75-80.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



La regeneración por semilla botánica es complicada, ya que la latencia prolongada en genotipos amargos, así como, la susceptibilidad a hongos y bacterias dificultan la obtención de plantas sanas y uniformes. Incluso en los bancos especializados, como el Banco Nacional de Germoplasma de *Sechium edule* en México del GISeM, la conservación depende de espacio físico y del esfuerzo continuo para sostener plantas trepadoras que requieren tutores, riego, monitoreo y mantenimiento, lo que en conjunto vuelve el proceso costoso y vulnerable. En este contexto, se vuelve imprescindible desarrollar y afinar protocolos de regeneración y multiplicación *in vitro* que ofrezcan una alternativa segura, eficiente y sostenible para la conservación de *Sechium P. Browne*. El establecimiento de estas metodologías permite reducir los riesgos asociados a la conservación tradicional en campo y asegurar la disponibilidad de estos recursos fitogenéticos estratégicos para el sector agroalimentario.

Solución planteada

Se desarrollaron protocolos de regeneración *in vitro* mediante organogénesis directa a partir de yemas, empleando 30 genotipos entre especies híbridos y segregantes provenientes del Banco Nacional de Germoplasma de Chayote (BANGeSe-GISeM). Se evaluaron cinco trenes de desinfección, variando concentraciones de alcohol, hipoclorito de sodio, hipoclorito de calcio, fungicida Captan y tiosulfato de sodio como neutralizante.

Se logró el establecimiento *in vitro* de yemas, generando brotes viables, uniforme en las primeras semanas. Los resultados obtenidos constituyen la base para la creación de una colección *in vitro* con aplicaciones en conservación, micropropagación, bioprospección y mejoramiento genético. Este avance fortalece las estrategias *ex situ* para la preservación del género *Sechium*, contribuyendo a la seguridad alimentaria, la investigación y el aprovechamiento sostenible de sus recursos (Figura 1).

Los frutos se lavaron, desinfectaron y establecieron individualmente en bolsas con suelo como sustrato en condiciones de invernadero ($26\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 75\%$ de humedad relativa) para su germinación. Una réplica de las accesiones fue depositada en el Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG).

Las yemas utilizadas como explantes se obtuvieron de puntas de tallos plagiotrópicos y apicales de plantas sanas. En laboratorio, se lavaron con jabón y agua y se sometieron a cinco trenes de desinfección variando principalmente el tipo y concentración del desinfectante, así como el uso de fungicidas y neutralizantes. Los tratamientos incluyeron alcohol (70-96%), hipoclorito de sodio (20-30%), hipoclorito de calcio (2%) y fungicida Captan (2%), además de una solución de tiosulfato de sodio al 0.02% para neutralizar el exceso de cloro (Cuadro 1).

Las yemas que permanecieron libres de hongos y bacterias se sembraron en medio MS para su multiplicación, gelificado con agar y suplementado con sacarosa; en una segunda formulación para la multiplicación se añadió 6-bencilaminopurina para mejorar el establecimiento. El pH se ajustó a 5.7-5.8 y el medio se esterilizó antes de la siembra. Los cultivos se incubaron a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ bajo un fotoperiodo de 16 h de luz.

Los experimentos se realizaron bajo un diseño completamente al azar con repeticiones, empleando análisis no paramétricos debido a la naturaleza del cultivo *in vitro* y enfocándose en la supervivencia e incidencia de contaminación en cada protocolo.

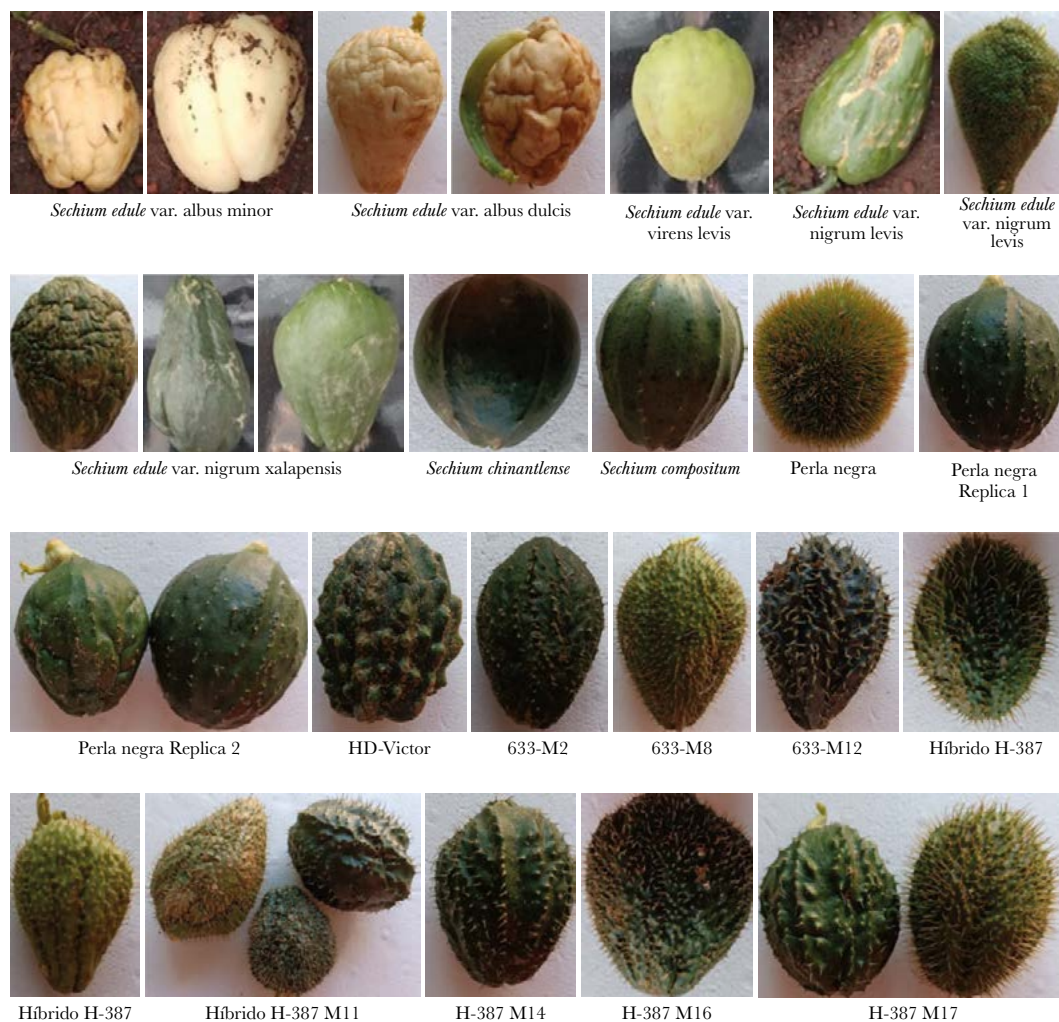


Figura 1. Genotipos de *Sechium* P. Browne recolectados en BANGESe-GISeM.

Cuadro 1. Comparación de cinco trenes de desinfección aplicados en el establecimiento *in vitro* de *Sechium* P. Browne.

Tren de desinfección	Componentes principales	Descripción general del tratamiento	Resultado observado
1. Alcohol + Hipoclorito de sodio	Alcohol 70%; Hipoclorito de sodio (30% v/v)	Esquema estándar para <i>Sechium</i> basado en protocolos previos.	13% de supervivencia. Mejor respuesta en <i>S. edule</i> 653.
2. Alcohol + Hipoclorito de sodio (variación)	Alcohol 96%; Hipoclorito de sodio 20% v/v por 8-9 min	Ajuste para reducir daño por alcohol y controlar contaminación.	Supervivencia baja; contaminaciones persistentes.
3. Captan + Hipoclorito de sodio	Captan 2% (30 min); Alcohol 96%; Hipoclorito de sodio 20% v/v	Incorpora fungicida previo para reducir hongos.	≈7% de supervivencia. 50% de contaminación; necrosis en tejidos.
4. Captan + Hipoclorito de sodio + Tiosulfato	Captan 2%; Hipoclorito de sodio 30% v/v; Tiosulfato de sodio 0.02%	Incluye neutralización del cloro para evitar daños oxidativos.	Establecimiento ≈7%; ligera reducción de daño oxidativo.
5. Captan + Hipoclorito de calcio + Tiosulfato	Captan 2%; Hipoclorito de calcio 2%; Tiosulfato de sodio 0.02%	Variante del tren 4 con hipoclorito de calcio.	Resultados similares al tren 4; requerirá ajustar tiempos/concentraciones.

La evaluación logró avances significativos en la conservación y propagación *in vitro* del género *Sechium* P. Browne. En primer lugar, se cumplió el objetivo de recolectar y resguardar la diversidad genética disponible: se obtuvieron 30 genotipos, incluyendo variedades cultivadas, híbridos, segregantes y genotipos silvestres, todos con germinación exitosa.

La etapa cero permitió obtener plantas madre vigorosas mediante multiplicación sexual y asexual. Las variedades de *S. edule* y los híbridos germinaron en aproximadamente tres meses, mientras que *S. compositum* y *S. chinantlense* presentaron latencia prolongada, coherente con su naturaleza silvestre y alto contenido de metabolitos secundarios, tales como la relación alta de triterpenos tetra y pentacíclicos contra la menor concentración de giberelinas. Todas las plantas se adaptaron al manejo en invernadero.

En la etapa de establecimiento *in vitro*, *Sechium compositum*, la var. Perla negra y *Sechium edule* 653 (wild type) se establecieron con el tren de desinfección 1. Teniendo solo 13% de supervivencia. *S. edule* 653, destaca por ser un material con mayor resistencia y capacidad de multiplicación.

Respecto a los genotipos 633-M12, H-387 M14 y H-387 M16, se establecieron con el tren de desinfección 3, donde intervino CAPTAN 50TM. Teniendo solo el 7% de supervivencia. El hipoclorito de sodio al 1.5% y CAPTAN50TM al 2% por 30 min matuvieron a las yemas viables durante tres semanas, sin embargo, provocó la muerte del explante por necrosis y 50% de contaminación por hongos y bacterias.

Los protocolos 4 y 5, donde se comparó el hipoclorito de sodio y calcio, presentaron el mismo comportamiento con 7% de establecimiento. En este tren, se añadió un paso más al proceso de desinfección con una solución al 0.02% de tiosulfato de sodio. Sin embargo, la concentración debe ser modificada para garantizar mayor número de explantes viables.

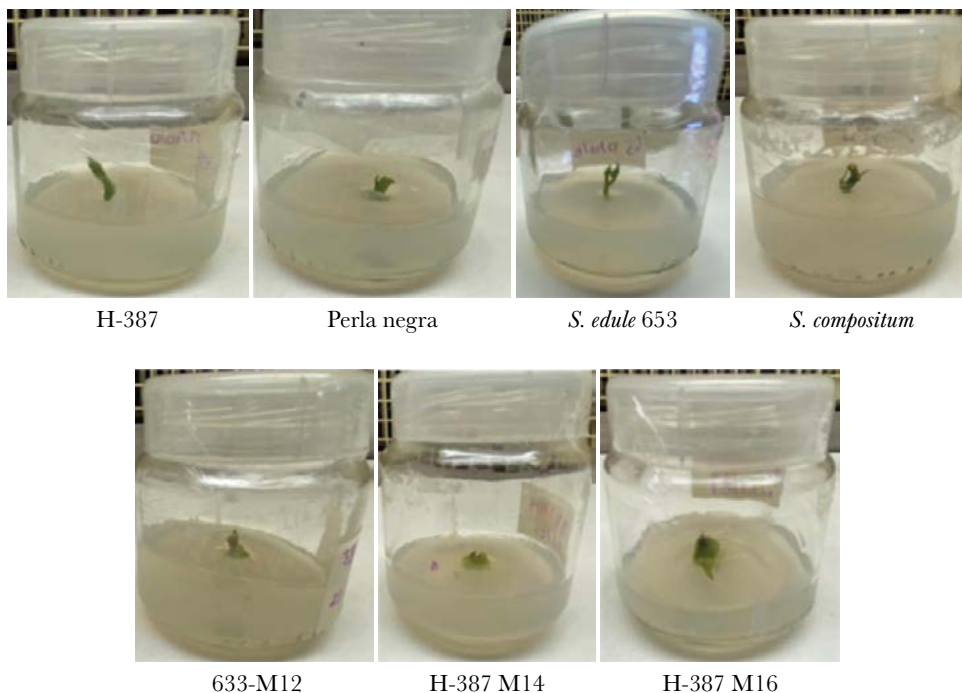


Figura 2. Genotipos de *Sechium* P. Browne establecidos *in vitro*, medio de crecimiento MS vitaminado.

En la etapa de multiplicación, H387, Var. Perla negra y *Sechium edule* 653 se encuentran en su tercera resiembra (Figura 3). *S. compositum* tuvo un desarrollo lento, sin embargo, su resiembra se hizo en medio enriquecido como 6-bencilaminopurina, registrando respuesta favorable.

Una parte de las accesiones multiplicadas (17%) fue enviada al Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) (Figura 4) para el período de cuarentena para continuar con el proceso de multiplicación e incorporación formal como accesión dentro del banco.



Figura 3. Etapa de multiplicación en medio MS y mantenimiento de *Sechium P. Browne*. Cámara de crecimiento.



Figura 4. Entrega y preparación del Material *in vitro* *Sechium P. Browne*. Cámara de crecimiento para plantas en proceso de cuarentena en CNRG.

La evaluación demostró que el cultivo *in vitro* es una estrategia viable para la conservación de *Sechium*. La adaptación de medios, como la sustitución temporal de D-sacarosa por azúcar comercial, permitió continuar el proceso con resultados alentadores.

Estos avances contribuyen directamente al cumplimiento de los Objetivos para el Desarrollo Sustentable (ODS) 2, 12, 13 y 15, relacionados con la seguridad alimentaria, la producción y consumo responsables, la mitigación y adaptación al cambio climático, y la conservación y uso sostenible de la biodiversidad, y se alinean con agendas nacionales, tales como Los Programas Nacionales Estratégicos (PRONACES) gestionados por la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) como una iniciativa del Gobierno de México (periodo 2024-2030) diseñada para articular esfuerzos de investigación y desarrollo tecnológico para resolver problemas nacionales urgentes y prioritarios, fortaleciendo la seguridad alimentaria, la conservación de agrobiodiversidad y el aprovechamiento sustentable de recursos fitogenéticos.

Retribución social

Bajo este proyecto el estudiante del Tecnológico de Estudios Superiores de Chimalhuacán, de la carrera de ingeniería Química, Ángel Guevara Buendía, desarrollo un reporte de residencia profesional. La investigación estuvo financiada por el proyecto interno del Colegio De Postgraduados con clave CONV_ RGA_2025_ 03, Modalidad B.

Innovación, impactos e indicadores

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Incremental	Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc.	Asociaciones de Productores	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)	Social	Ciencia y Tecnología	Competitividad	Registro solicitado y concedido
Procesos	Implementación de una nueva o significativa mejora de un método de producción o de suministro.			Económico	Económico	Recursos Humanos	Certificaciones
				Ambiental	Educación	Comercio	Patentes solicitadas y concedidas
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible			Conocimiento	Responsabilidad Ambiental	Generación de empleos	Numero de tesis
					Salud Pública	Capacitación	Número de egresados (Lic. M.C., D.C.) Número de publicaciones