



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO DE DESARROLLO DE PRODUCTOS BIÓTICOS



Coloquio de Sapotáceas



13 de marzo de 2026 | Yauatepec, Morelos

Cintillo Legal:

Coloquio de Sapotáceas, año 3, vol. III, marzo 2026, publicación anual, editada por el Instituto Politécnico Nacional a través del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CEPROBI), Carretera Yauatepec-Jojutla, Km. 6, calle CEPROBI No. 8, Col. San Isidro, Yauatepec, Morelos, México. C.P. 62731, Apartado Postal 24. ceprobi@ipn.mx Teléfonos: (735) 394 20 20, 3941896, (55) 57 29 60 00 Ext. 82500 / 82505 <https://www.ceprobi.ipn.mx/estudiantes/sapotaceas.html> Editor responsable: Silvia Evangelista Lozano. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2024-051711565500-102, ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Coordinadora del coloquio Dra. Silvia Evangelista Lozano. Fecha de la última modificación 31 de marzo del 2026. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura de los editores de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos de la publicación sin previa autorización del IPN.

Índice general

	Página
Presentación de las Memorias Científicas del Coloquio de Sapotáceas 2026	3
SECCIÓN I	
Semblanzas curriculares de nuestros invitados, Ponencias Magistrales	6 - 11
PROGRAMA	
SECCIÓN II	
Trabajos de investigación presentados por los participantes del coloquio.	12 - 51
Directorio	52

Presentación de las Memorias Científicas del Coloquio de Sapotáceas 2026

El Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del Instituto Politécnico Nacional tiene el honor de presentar las **Memorias Científicas del 3.er Coloquio de Sapotáceas 2026**, un documento que reúne el conocimiento, las experiencias académicas y las aportaciones científicas compartidas durante esta tercera edición, realizada en Yauhtepec, Morelos.

El Coloquio de Sapotáceas se ha consolidado como un espacio de encuentro para investigadores, docentes, estudiantes, productores y personas interesadas en el estudio, conservación, aprovechamiento y valorización de esta importante familia botánica. Las sapotáceas representan un grupo de especies con alto valor ecológico, alimentario, económico, cultural y biotecnológico, cuya diversidad ofrece oportunidades relevantes para la investigación científica, la seguridad alimentaria, la innovación tecnológica y el desarrollo sostenible.

En esta edición, el coloquio permitió reflexionar sobre temas estratégicos relacionados con el análisis ecológico y económico de la producción de sapotes, la atención a especies nativas dentro de programas nacionales de semillas, el potencial de las sapotáceas como fuentes amiláceas alternativas, así como la distribución, caracterización ecoclimática y zonas potenciales de cultivo del zapote mamey en México. Asimismo, se destacó la importancia de las colecciones vivas, particularmente del arboretum de sapotáceas, como infraestructura científica para la conservación, el estudio y la difusión del patrimonio fitogenético.

Las memorias que aquí se presentan constituyen un testimonio académico del trabajo colectivo desarrollado en torno a esta familia vegetal. En ellas se integran las contribuciones de ponentes, investigadores y participantes que, desde distintas áreas del conocimiento, enriquecen la comprensión de las sapotáceas y abren nuevas posibilidades para su estudio y aprovechamiento. Para este coloquio hubo una asistencia presencial de 92 personas, 62 mujeres y 30 hombres, y en línea hubo una asistencia de 30 personas, haciendo un total de 122 personas en el Coloquio.

El 3.er Coloquio de Sapotáceas 2026 también permitió resaltar la dimensión social, alimentaria y cultural de estas especies mediante actividades de vinculación, intercambio académico y muestra gastronómica, reconociendo que la ciencia adquiere mayor pertinencia cuando dialoga con los saberes tradicionales, las necesidades regionales y las posibilidades de innovación en beneficio de la sociedad.

Reiteramos nuestro reconocimiento a las instituciones participantes, conferencistas, investigadores, estudiantes, asistentes y al comité organizador por su dedicación, entusiasmo y compromiso. Su participación hizo posible la realización de este encuentro y contribuyó a fortalecer una comunidad académica interesada en conservar, estudiar y valorar las sapotáceas como recursos estratégicos para México y otras regiones del mundo.

Esperamos que estas memorias sean una fuente de consulta, inspiración y colaboración para futuras investigaciones, proyectos de vinculación y acciones orientadas al uso sostenible de los recursos fitogenéticos. Con ello, el Instituto Politécnico Nacional refrenda su compromiso con la generación de conocimiento científico, la innovación con pertinencia social y la conservación de la biodiversidad.

Comité Organizador
3.er Coloquio de Sapotáceas

Comité Organizador

Silvia Evangelista Lozano

Miriam Teresa Vázquez Galicia

Maricela Hernández Vázquez

José Fernando Pérez Barcena

Vanessa Yanes Gálvez

Uriel Guerrero Cortés

Sandra Luz Escobar Arellano

Liliana Corona Oregón

Roberto Selvas Mejía

Tomás Rodríguez García

Programa



3.er

Coloquio de Sapotáceas

13 de marzo de 2026

Yautepec, Morelos



Programa general

Horario	Actividad	Lugar	Participante
08:00 - 9:00	Registro de asistencia	Jardín Secreto	Comité organizador
9:00	Inauguración del 3er Coloquio de Sapotáceas	Auditorio Martín de la Cruz	Autoridades del CEPROBI
9:20	Conferencias magistrales "Análisis ecológico y económico de la producción de los frutos de Pouteria sapota (zapote mamey)"		Dr. Martin Ricker Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
10:00	"Familia Sapotácea en el programa Nacional de semillas, en atención a especies nativas"		Dr. Leobigildo Córdova Téllez Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS)
10:40	"Fuentes amiláceas alternativas para su uso en diversas áreas: las sapotáceas como una oportunidad"		Dra. Edith Agama Acevedo Profesora-Investigadora, CEPROBI-IPN
11:20	Presentación de carteles	Jardín Secreto	Instituciones participantes
12:30	"Distribución, caracterización ecoclimática y zonas potenciales de cultivo del zapote mamey en México"	Auditorio Martín de la Cruz	Dr. Carlos Alberto Núñez Colín Universidad de Guanajuato
13:10	"Arboretum de Sapotáceas: colección viva y organizada como infraestructura científica"		Dra. Silvia Evangelista Lozano Profesora-Investigadora, CEPROBI-IPN
13:50	Clausura y fotografía del evento	Auditorio Martín de la Cruz y escultura	Autoridades del CEPROBI Asistentes
14:10	Muestra gastronómica	Jardín Secreto	Lic. Nut. Sandra Luz Escobar Arellano CEPROBI-IPN
14:40 - 15:30	Comida	Jardín Secreto	Asistentes

Mayores informes 5557296000 Extensiones 82504, 82507 y 82520 mtvazquezg@ipn.mx | sevangel@ipn.mx | lcoronao@ipn.mx

SECCIÓN I

Semblanzas curriculares de conferencistas

**PONENTE MAGISTRAL****INSTITUCIÓN / ADSCRIPCIÓN**

Profesora-Investigadora,
CEPROBI-IPN

LÍNEA DE TRABAJO

Ciencia y tecnología de
alimentos; almidones,
ingredientes funcionales y
materiales biodegradables

Dra. Edith Agama Acevedo

Profesora-Investigadora, CEPROBI-IPN

Es una investigadora mexicana especializada en ciencia y tecnología de los alimentos, con amplia experiencia en investigación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos. Es Ingeniera Bioquímica en Alimentos por el Instituto Tecnológico de Acapulco, Maestra en Ciencias por el Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (2003) y Doctora en Ciencia de los Alimentos por la Universidad Autónoma de Querétaro (2006).

Actualmente, es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (Nivel II) y de la Academia de Ciencias de Morelos. Su trayectoria ha sido reconocida con el Premio Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos 2009, otorgado a investigadores jóvenes destacados por sus contribuciones científicas.

Cuenta con una sólida producción académica, reflejada en más de 100 artículos científicos publicados en revistas indexadas y 14 capítulos de libros en editoriales internacionales. Asimismo, ha participado activamente en la formación de capital humano, dirigiendo tesis de licenciatura, maestría y doctorado, además de colaborar como evaluadora y sinodal en instituciones nacionales e internacionales.

En el ámbito de gestión y financiamiento, ha sido responsable de diversos proyectos de investigación, incluyendo financiamiento del CONACYT y del Instituto Politécnico Nacional. Su trabajo se enfoca en la investigación básica y aplicada del comportamiento estructural y funcional de almidones, así como en su modificación mediante métodos ecológicos para el desarrollo de ingredientes destinados a la industria alimentaria.

Adicionalmente, ha incursionado en el desarrollo de materiales biodegradables como alternativas sostenibles a los derivados del petróleo, contribuyendo a la innovación en la industria y al fortalecimiento de la soberanía alimentaria. Su labor se complementa con una activa participación en la difusión científica mediante conferencias y talleres en distintos niveles académicos.

**PONENTE MAGISTRAL****INSTITUCIÓN /
ADSCRIPCIÓN**Profesora-Investigadora,
CEPROBI-IPN**LÍNEA DE TRABAJO**Biotecnología vegetal;
propagación, manejo y
conservación de especies
medicinales y frutales
tropicales

Dra. Silvia Evangelista Lozano

Profesora-Investigadora, CEPROBI-IPN

La Dra. Silvia Evangelista Lozano es una destacada docente e investigadora mexicana adscrita al Instituto Politécnico Nacional, con amplia experiencia en el área de biotecnología y producción vegetal. Originaria de Jiutepec, Morelos, ha orientado su trayectoria profesional al estudio y desarrollo de técnicas de propagación y manejo de especies medicinales y frutales tropicales, contribuyendo al aprovechamiento de recursos vegetales de importancia para México.

Es Licenciada en Biología por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (1980), cuenta con una Maestría en Producción Frutícola con especialidad en perennifolios por la Escuela Nacional de Fruticultura (1990), y obtuvo el grado de Doctora en Biología por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (2004).

Forma parte del Sistema Nacional de Investigadores en el Área VI (Biotecnología), con nivel II. Su labor académica y científica se centra en la generación de conocimiento aplicado al sector agrícola, particularmente en la mejora, conservación y aprovechamiento sustentable de especies vegetales de interés medicinal y alimentario.

Su trayectoria se distingue por su contribución al desarrollo científico, la formación de recursos humanos y la transferencia de conocimiento en el ámbito de la biotecnología vegetal.

**PONENTE MAGISTRAL****INSTITUCIÓN /
ADSCRIPCIÓN**Departamento de Botánica,
Instituto de Biología, UNAM**LÍNEA DE TRABAJO**Botánica, manejo de
recursos forestales,
crecimiento arbóreo y
economía ambiental

Dr. Martin Ricker

**Departamento de Botánica, Instituto de Biología, Universidad Nacional
Autónoma de México**

El Dr. Martin Ricker es un investigador en el área de botánica y manejo de recursos forestales, adscrito al Departamento de Botánica del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), donde se desempeña como investigador titular.

Originario de Alemania, concluyó sus estudios de licenciatura en Biología en 1991. Posteriormente, obtuvo el grado de Doctor en la School of Forestry and Environmental Studies de la Universidad de Yale, bajo la asesoría del Dr. Robert Mendelsohn, especialista en economía ambiental.

Su trabajo académico y de investigación se centra en el modelaje estadístico del crecimiento arbóreo, el análisis económico del manejo forestal en regiones tropicales y el estudio de la diversidad y conservación de especies arbóreas en México. A través de un enfoque interdisciplinario, integra herramientas de la estadística, la ecología y la economía para abordar problemáticas relacionadas con el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.

Cuenta con una sólida producción científica, con publicaciones como autor principal en revistas internacionales de alto impacto como *Forest Ecology and Management*, *Forest Science*, *Biodiversity and Conservation*, *Ecological Economics* y *Environmental and Ecological Statistics*. Asimismo, es autor del libro *Botánica económica en bosques tropicales* (1998), además de diversos trabajos sobre análisis costo-beneficio en el manejo forestal, incluyendo estudios enfocados en especies como el zapote mamey (*Pouteria sapota*).

Su trayectoria se distingue por su contribución al entendimiento integral de los ecosistemas forestales y su vinculación con el desarrollo sostenible y la toma de decisiones en el manejo de recursos naturales.

**PONENTE MAGISTRAL****INSTITUCIÓN /
ADSCRIPCIÓN**

Servicio Nacional de
Inspección y Certificación de
Semillas (SNICS)

LÍNEA DE TRABAJO

Tecnología de semillas,
producción de cultivos y
recursos genéticos agrícolas

Dr. Leobigildo Córdova Téllez

Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) –
Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural

Es un especialista en tecnología de semillas y producción de cultivos, con una amplia trayectoria en investigación, docencia y gestión académica. Actualmente se desempeña como Titular del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, donde contribuye al fortalecimiento de la calidad y regulación del sector semillero en México.

Es egresado de la Universidad Autónoma Chapingo, y cuenta con una Maestría en Ciencias en Tecnología de Semillas por la Universidad Estatal de Mississippi, así como con un Doctorado en Producción y Fisiología de Cultivos por la Universidad Estatal de Iowa, Estados Unidos.

Ha desarrollado una destacada carrera como Profesor-Investigador en el Colegio de Postgraduados, donde ha impartido cursos especializados como Acondicionamiento de Semillas, Fisiología y Biología Molecular en Semillas, y Seminario de Investigación. Su labor académica incluye la formación de recursos humanos, participando como asesor y consejero de más de 50 estudiantes de posgrado.

En el ámbito científico, cuenta con más de 50 publicaciones en revistas internacionales de alto impacto y ha liderado más de 60 proyectos de investigación, enfocados en la mejora, manejo y calidad de semillas. Asimismo, ha desempeñado funciones de gestión académica, destacando como Coordinador del Programa en Producción de Semillas (2013–2016) y del Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad (2015–2016).

Su trayectoria se caracteriza por su contribución al desarrollo científico y tecnológico en el área agrícola, así como por su impacto en la formación de especialistas y en el fortalecimiento del sector productivo vinculado a los recursos genéticos y la producción de semillas.

**PONENTE MAGISTRAL****INSTITUCIÓN /
ADSCRIPCIÓN**

Universidad de Guanajuato,
Campus Celaya-Salvatierra

LÍNEA DE TRABAJO

Recursos genéticos,
genética estadística,
bioestadística y fruticultura

Dr. Carlos Alberto Núñez Colín

Universidad de Guanajuato, Campus Celaya-Salvatierra

El Dr. Carlos Núñez es investigador en las áreas de recursos genéticos, genética estadística y bioestadística, adscrito al Programa de Ingeniería en Biotecnología de la Universidad de Guanajuato, Campus Celaya-Salvatierra. Su labor académica se centra en el estudio, caracterización y aprovechamiento de la diversidad genética de especies vegetales, con énfasis en frutales.

Es Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia por la Universidad Autónoma Chapingo (2001), institución donde también obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en Horticultura (2003) y Doctor en Ciencias en Horticultura (2008). Su formación académica ha estado orientada al estudio anatómico, fisiológico y genético de especies frutales, destacando investigaciones sobre durazno, membrillo y tejocote (*Crataegus* spp.), enfocadas en la variabilidad genética y la propagación vegetal.

Su trabajo de investigación abarca el análisis de recursos fitogenéticos mediante la caracterización morfológica, anatómica y molecular, así como estudios de diversidad genética y fenética. Asimismo, desarrolla estrategias para la priorización de colectas utilizando herramientas de sistemas de información geográfica (GIS).

En el campo de la genética, se especializa en el mejoramiento genético de frutales a través de procesos de hibridación y selección, así como en estudios de genética cuantitativa y de poblaciones. Complementa estas líneas con un sólido manejo de herramientas estadísticas, incluyendo estadística multivariada, diseños experimentales, regresión, correlación y análisis matricial aplicados a estudios biológicos.

Adicionalmente, cuenta con experiencia en fruticultura, particularmente en el diseño y manejo de huertos en diferentes condiciones climáticas, con especial énfasis en especies de la familia Rosaceae. Su trayectoria se distingue por la integración de enfoques multidisciplinarios para el estudio y aprovechamiento sostenible de los recursos genéticos vegetales.

SECCIÓN II

Trabajos de investigación presentados

Índice de trabajos presentados

Título de la investigación	Página
Análisis Ecológico Y Económico De La Producción De Los Frutos De <i>Pouteria Sapota</i> (Zapote Mamey)	14 - 20
La familia sapotáceas en el programa nacional de semillas, en atención a especies nativas	21 - 28
Fuentes amiláceas alternativas para su uso en diversas áreas: las sapotáceas como una oportunidad	29 - 36
Distribución, Caracterización Eco-climática y Zonas Potenciales de Cultivo del Zapote Mamey en México	37 - 43
Arboretum de Sapotáceas: colección viva y organizada como infraestructura científica	44 - 51

Análisis ecológico y económico de la producción de los frutos de *Pouteria sapota* (Zapote Mamey)

Martin Ricker

Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México. Correo electrónico: mricker@ib.unam.mx

Resumen

El zapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn] es una sapotácea mesoamericana con alto valor alimentario, cultural y comercial. Este trabajo integra información ecológica y económica para analizar la producción de frutos en sistemas de enriquecimiento con árboles nativos. Se sintetizaron datos sobre diversidad de Sapotaceae, crecimiento de plántulas, crecimiento diamétrico de árboles sin edad conocida, relación alométrica entre diámetro del tronco y cosecha, sobrevivencia de cohortes y valor presente neto. El modelo consideró cosecha esperada, sobrevivencia, precio neto por kilogramo, costos de establecimiento y manejo, y descuento temporal. Los resultados muestran que el inicio de cosecha puede ubicarse alrededor de 18.8 años bajo parámetros medios, con un valor presente neto estimado de 1,796.47 MXN por árbol. Se concluye que *P. sapota* puede contribuir a estrategias productivas compatibles con conservación y restauración tropical.

Palabras clave: Zapote mamey; valoración económica; crecimiento arbóreo; frutos nativos; selva tropical.

Introducción

La familia Sapotaceae reúne árboles, arbustos y lianas de gran importancia ecológica, alimentaria y económica en regiones tropicales. De acuerdo con la síntesis presentada para el 3.er Coloquio de Sapotáceas, esta familia incluye aproximadamente 1,273 especies en 58 géneros y tres subfamilias a nivel mundial; para México se reconocen 41 especies distribuidas en los géneros *Chrysophyllum*, *Cornuella*, *Lucuma*, *Manilkara*, *Micropholis*, *Pouteria* y *Sideroxylon*. Esta diversidad ubica a las sapotáceas como un grupo estratégico para discutir conservación, aprovechamiento sustentable, manejo de recursos fitogenéticos, restauración productiva y desarrollo de cadenas de valor asociadas con frutos nativos.

En México, diversas especies de Sapotaceae poseen frutos comestibles, entre ellas *Chrysophyllum cainito*, *Lucuma campechiana*, *Manilkara zapota*, *Pouteria sapota* y *Pouteria viridis*. Estas especies forman parte de la historia alimentaria de Mesoamérica y conservan relevancia en mercados locales, huertos familiares, sistemas agroforestales y economías regionales. Particularmente, el zapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn] destaca por su pulpa de color anaranjado a rojizo, textura cremosa y sabor dulce, características que favorecen su consumo fresco y su incorporación en bebidas, postres, helados, yogures, pulpas congeladas y productos derivados de la semilla, como aceite de mamey.

El interés científico y productivo por *P. sapota* se relaciona con dos dimensiones complementarias. La primera es ecológica: se trata de un árbol tropical nativo o cultivado en Mesoamérica, con potencial para integrarse en estrategias de enriquecimiento de selvas, sistemas agroforestales y restauración productiva. La segunda es económica: el fruto posee aceptación comercial, pero su rentabilidad depende de procesos de largo plazo, pues el árbol requiere varios años antes de iniciar producción, la sobrevivencia disminuye con la edad de la cohorte y los costos de establecimiento, cosecha, transporte y comercialización modifican el beneficio neto.

Desde la perspectiva de la botánica económica, la pregunta central no es únicamente si un fruto nativo tiene valor de mercado, sino bajo qué condiciones ecológicas, productivas y financieras puede convertirse en una alternativa realista frente a otros usos del suelo. En

plantaciones, enriquecimiento forestal o sistemas diversificados, el análisis debe integrar crecimiento arbóreo, inicio de cosecha, rendimiento por árbol, sobrevivencia, costos, precios y valor del dinero en el tiempo. Esta integración es especialmente importante en especies tropicales de larga vida, donde las decisiones de manejo tomadas al inicio tienen consecuencias económicas que se manifiestan décadas después.

El problema que aborda este trabajo consiste en estimar, con base en información ecológica y económica, el potencial de *P. sapota* como especie productiva dentro de sistemas tropicales. El planteamiento de partida es que la producción de frutos de zapote mamey puede representar una opción económicamente competitiva y ecológicamente compatible con la conservación si la relación entre crecimiento, sobrevivencia, cosecha y precio neto supera los costos de establecimiento y mantenimiento. Por ello, el objetivo del presente texto es sintetizar y desarrollar el análisis ecológico y económico de la producción de frutos de *P. sapota*, a partir de la información presentada en la conferencia, integrando aspectos taxonómicos, productivos, alométricos y financieros.

Metodología

El trabajo se estructuró como una síntesis analítica a partir de la presentación “Análisis ecológico y económico de la producción de los frutos de *Pouteria sapota* (zapote mamey)”, impartida por el Dr. Martin Ricker, del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. La información se organizó conforme al formato de memorias científicas solicitado para el Coloquio, y se complementó con referencias bibliográficas asociadas al estudio ecológico-económico de árboles tropicales, crecimiento de plántulas y modelación de crecimiento arbóreo.

La caracterización biológica consideró la familia Sapotaceae, las especies mexicanas de frutos comestibles y la posición de *P. sapota* dentro de este grupo. Para la parte productiva se tomaron como ejes los componentes presentados en la conferencia: crecimiento de plántulas, crecimiento diamétrico de árboles adultos, relación alométrica entre diámetro del tronco y cosecha, sobrevivencia estimada de una cohorte, costos por árbol, costos por kilogramo, precio neto, descuento temporal y valor presente neto de la plantación.

El análisis ecológico partió de la dificultad de estimar edades en árboles tropicales cuando no existen anillos anuales de crecimiento confiables. En este contexto, se emplea el crecimiento relativo logarítmico como variable central, definido en términos generales como el logaritmo natural del incremento relativo del diámetro o radio del tronco. La lógica del modelo es que los árboles grandes aportan información sobre cómo crecerán los árboles pequeños cuando alcancen tamaños semejantes, siempre que el clima durante el periodo de medición represente el clima de largo plazo y que las condiciones ambientales y genéticas de los árboles grandes sean representativas para los árboles pequeños.

Para estimar curvas de crecimiento de largo plazo se consideró el enfoque de regresión lineal segmentada o por tramos, donde el crecimiento relativo logarítmico se modela como función del diámetro del tallo. Esta metodología permite trabajar con árboles de edades desconocidas y construir una curva de diámetro en función de una edad relativa. En la presentación se muestra una aplicación con 93 puntos de datos y una curva media simulada, acompañada de intervalos de confianza, para representar el aumento del diámetro del tronco a lo largo del tiempo.

La producción de frutos se estimó mediante una relación alométrica entre el diámetro del tronco y la cosecha de mamey expresada en kilogramos. Esta relación permite convertir el crecimiento del árbol en una expectativa de producción. Posteriormente, la relación alométrica se combinó con la curva de crecimiento del tronco para obtener una trayectoria temporal de cosecha. Con este procedimiento se estimó el inicio de cosecha bajo distintos escenarios de confianza, expresado en años de edad del árbol.

La sobrevivencia de la cohorte se incorporó como un componente ecológico clave. La curva de sobrevivencia permite ajustar la cosecha esperada por la proporción de árboles que permanecen vivos en cada edad. La presentación muestra una función media de sobrevivencia de tipo decreciente, donde la proporción de sobrevivientes disminuye conforme aumenta la edad del árbol. Esta variable es crítica porque un árbol con alto potencial productivo individual puede generar un valor económico menor si la probabilidad de sobrevivir hasta edades productivas es baja.

El análisis económico se basó en el valor presente neto (VPN) por árbol. El cálculo integró cosecha esperada, sobrevivencia, precio menos costo por kilogramo, factor de descuento por el paso del tiempo y costos de establecimiento y mantenimiento. En forma general, el modelo puede expresarse como:

$$VPN = \sum \left[Cosecha_i \times sobrevivencia_i \times \left(\frac{precio}{kg} - \frac{costo}{kg} \right) \times \exp(-0.05 \times año_i) \right] - costo \text{ por árbol.}$$

Formula.1 valor presente neto por árbol.

La tasa de descuento continua considerada fue de 5% anual, lo que permite comparar ingresos futuros con costos presentes.

Los costos se agruparon en dos niveles: costos por árbol plantado y costos por kilogramo de fruto. Los costos por árbol incluyeron manejo de vivero, preparación del sitio y trasplante, riego durante los primeros tres años y deshierbe durante los primeros tres años. Los costos por kilogramo incluyeron cosecha, transporte al mercado y comercialización. El análisis final incorporó el precio neto de 31.63 MXN/kg, costos de establecimiento y mantenimiento de 145.88 MXN/árbol, una suma de valores presentes de cosecha de 1,942.35 MXN y un VPN de 1,796.47 MXN por árbol bajo parámetros medios.

Resultados

El primer resultado relevante es la ubicación de *P. sapota* dentro de un conjunto de sapotáceas mexicanas con valor alimentario y comercial. El zapote mamey no debe entenderse como una especie aislada, sino como parte de una familia botánica diversa que contiene recursos frutales, maderables, medicinales y culturales. En el contexto mexicano, su importancia se incrementa porque varias sapotáceas comestibles están asociadas con mercados regionales, consumo tradicional y oportunidades de innovación alimentaria.

La presentación evidencia que *P. sapota* tiene múltiples vías de aprovechamiento. El fruto se comercializa fresco y también puede incorporarse a productos con valor agregado, como pulpa congelada, bebidas, yogures, helados y preparaciones de repostería. Asimismo, la semilla se asocia con aceite de mamey y productos cosméticos. Esta diversidad de usos aumenta el interés económico de la especie porque permite imaginar cadenas de aprovechamiento más amplias que la venta del fruto fresco. Sin embargo, también exige evaluar costos de cosecha, transporte, procesamiento, conservación y comercialización.

En cuanto al crecimiento temprano, los antecedentes de manejo de plántulas muestran que el desarrollo de *P. sapota* puede responder a condiciones de apertura del dosel, tamaño inicial, masa de semilla y estado nutrimental foliar. Este resultado tiene implicaciones prácticas: el éxito de una plantación o de un enriquecimiento forestal no depende solo del número de árboles plantados, sino de la calidad de la planta, del manejo inicial y de las condiciones de micrositio. En especies de largo plazo, pequeñas diferencias en establecimiento pueden traducirse en diferencias importantes en edad de inicio de cosecha y valor presente.

Tabla 1. Componentes ecológicos y económicos considerados en el análisis de producción de frutos de *Pouteria sapota*

Componente	Variable principal	Interpretación dentro del modelo
Crecimiento arbóreo	Diámetro del tronco y crecimiento relativo logarítmico	Permite proyectar el tamaño del árbol cuando la edad real no es conocida.
Producción	Cosecha de mamey (kg/árbol)	Relaciona el tamaño del tronco con la producción anual esperada de fruto.
Sobrevivencia	Proporción de árboles vivos por edad	Ajusta la cosecha esperada por la probabilidad de que los árboles lleguen a edades productivas.
Economía	Precio neto, costos y descuento	Convierte la producción futura en valor presente neto por árbol.
Competitividad	Valor del árbol frente al valor de terreno	Permite estimar cuántos árboles por hectárea serían necesarios para competir económicamente.



Figura 1. Relación entre diámetro del tronco y cosecha

La relación entre diámetro del tronco y cosecha mostró una tendencia positiva: árboles con mayor diámetro tienden a producir más kilogramos de mamey. Aunque existe dispersión entre individuos, la curva media permite visualizar el aumento esperado de rendimiento con el crecimiento del árbol. Esta variabilidad es biológicamente esperable, pues la producción de fruto depende de edad, tamaño de copa, estado fisiológico, disponibilidad de recursos, historia de manejo, genética, polinización, sanidad vegetal, condiciones climáticas anuales. La combinación de la relación alométrica con la curva de crecimiento del tronco permitió transformar el tamaño del árbol en producción esperada a lo largo del tiempo. Bajo este enfoque, la producción no se estima como un valor fijo, sino como una trayectoria dependiente del desarrollo del árbol. La presentación indica un inicio de cosecha con valores de 9.5, 18.8 o 32.4 años, según la curva de confianza utilizada. El valor medio de 18.8 años representa una referencia útil para el análisis económico, mientras que los extremos expresan la incertidumbre asociada al crecimiento y a la producción.

La sobrevivencia estimada de una cohorte mostró un descenso progresivo con la edad. Este resultado es fundamental para evitar sobreestimaciones económicas. En árboles frutales de larga vida, los ingresos ocurren en el futuro, pero no todos los individuos establecidos al inicio permanecerán vivos hasta alcanzar altas producciones. Por ello, la cosecha esperada debe ponderarse por la proporción de sobrevivientes. En el modelo presentado, la sobrevivencia se combina con la cosecha anual para estimar el ingreso esperado por árbol plantado, no únicamente por árbol sobreviviente.

Desde el punto de vista financiero, los costos por árbol incluyen labores iniciales y de mantenimiento temprano. La preparación del sitio y el trasplante, el deshierbe y el riego

durante los primeros años representan componentes relevantes porque ocurren antes de que exista ingreso por cosecha. Por su parte, los costos por kilogramo se relacionan con la operación productiva una vez que el árbol está en etapa de aprovechamiento: cosechar, transportar y comercializar. La Tabla 2 resume los componentes de costo reportados en la presentación.

Tabla 2. Costos de establecimiento, mantenimiento y manejo poscosecha considerados en el análisis

Tipo de costo	Concepto	Costo o valor presente	Participación
Por árbol	Manejo de vivero	2.23 MXN/árbol	8.4%
Por árbol	Preparación del sitio y trasplante	4.77 MXN/árbol	17.9%
Por árbol	Riego en los años 1 a 3	6.36 MXN VP/árbol	24.0%
Por árbol	Deshierbe en los años 1 a 3	13.26 MXN VP/árbol	49.8%
Por kilogramo	Cosechar	3.34 MXN/kg	37.7%
Por kilogramo	Transportar al mercado	3.07 MXN/kg	34.6%
Por kilogramo	Comercializar	2.47 MXN/kg	27.8%
Por kilogramo	Total, de manejo poscosecha	8.88 MXN/kg	100.0%

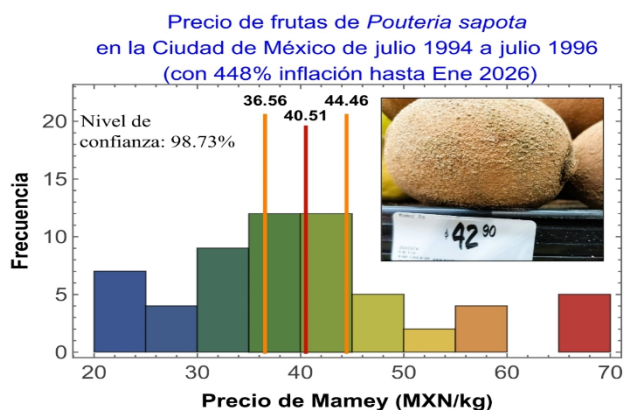


Figura.2 Precio de frutas *Pouteria sapota*

Al integrar cosecha, sobrevivencia, precio neto y descuento temporal, el modelo genera un valor presente de la producción anual esperada. En la tabla de valor presente de la plantación, las primeras cosechas relevantes aparecen alrededor de los 19.8 años, con cosecha de 1.9 kg, sobrevivencia de 0.544 y un factor de descuento de 0.372. Conforme aumenta la edad, la cosecha por árbol se incrementa, pero la sobrevivencia y el factor de descuento disminuyen. Esta interacción explica por qué el valor presente anual no crece indefinidamente: los altos rendimientos de edades avanzadas son contrarrestados por menor sobrevivencia y menor valor actual del ingreso futuro.

La suma del valor presente de las cosechas fue de 1,942.35 MXN por árbol, mientras que los costos de establecimiento y mantenimiento se estimaron en 145.88 MXN/árbol. La diferencia entre ambos valores produjo un VPN de 1,796.47 MXN por árbol bajo parámetros medios. Este resultado sugiere que *P. sapota* puede ser económicamente atractiva cuando el precio neto, el establecimiento y la sobrevivencia se mantienen dentro de condiciones favorables. No obstante, el análisis de confianza muestra un rango amplio: el límite inferior de 95% para el valor del árbol fue de 133 MXN, mientras que el límite superior fue de 6,767

MXN. Esta amplitud expresa la sensibilidad del sistema a la incertidumbre ecológica y económica.

Tabla 3. Indicadores económicos principales derivados del análisis de valor presente neto.

Indicador	Valor reportado	Interpretación
Precio neto considerado	31.63 MXN/kg	Diferencia entre precio de venta y costo por kilogramo.
Costos de establecimiento y mantenimiento	145.88 MXN/árbol	Inversión y manejo inicial descontados por árbol plantado.
Suma del valor presente de cosechas	1,942.35 MXN/árbol	Valor actual de los ingresos futuros esperados.
Valor presente neto medio	1,796.47 MXN/árbol	Valor económico esperado por árbol después de costos.
Límite inferior de 95% confianza	133 MXN/árbol	Escenario conservador con baja rentabilidad individual.
Límite superior de 95% confianza	6,767 MXN/árbol	Escenario favorable de alto valor individual.

La competitividad económica también se evaluó frente al valor del terreno por hectárea. Para un valor bajo de terreno de 10,960 MXN/ha, se requerirían 82 árboles por hectárea si se considera el límite inferior de confianza, seis árboles por hectárea con el valor medio y dos árboles por hectárea con el límite superior. Para un valor alto de terreno de 54,800 MXN/ha, se requerirían 411 árboles por hectárea con el límite inferior, 31 con el valor medio y ocho con el límite superior. Estos resultados muestran que la rentabilidad del sistema depende fuertemente del escenario considerado: bajo parámetros medios, pocos árboles productivos pueden competir con el valor del terreno; bajo un escenario conservador, la densidad requerida aumenta de manera sustancial.

Desde una perspectiva ecológica, el resultado más relevante no es solamente la rentabilidad por árbol, sino la posibilidad de generar valor económico manteniendo cobertura arbórea. El enriquecimiento con frutales nativos puede funcionar como una estrategia intermedia entre conservación estricta y conversión del suelo a sistemas agrícolas simplificados. En este tipo de modelos, el árbol no se valora únicamente como productor de fruta, sino como componente de estructura vegetal, hábitat, captura de carbono, conectividad biológica y diversificación productiva.

Desde una perspectiva económica, los resultados resaltan tres puntos críticos. Primero, el retraso en el inicio de cosecha obliga a utilizar métodos de descuento y planeación de largo plazo. Segundo, la sobrevivencia debe incorporarse desde el inicio, pues determina cuántos árboles llegarán efectivamente a edades productivas. Tercero, el precio neto por kilogramo es decisivo; mejoras en cosecha, transporte, conservación, transformación y venta podrían modificar sustancialmente el VPN. En consecuencia, el manejo técnico del árbol debe acompañarse de estrategias de mercado y agregación de valor.

El análisis también aporta elementos para la investigación futura. Se requieren datos adicionales sobre variabilidad genética, fenología, rendimiento anual, alternancia productiva, respuesta a manejo, propagación, injerto, calidad de fruto, costos actualizados y comportamiento de precios por región. Además, sería útil integrar indicadores ecológicos complementarios, como acumulación de biomasa, captura de carbono, conservación de biodiversidad y servicios ecosistémicos. Estos indicadores permitirían comparar el valor financiero directo con beneficios ambientales no siempre reflejados en el mercado.

Conclusiones

El análisis ecológico y económico de la producción de frutos de *Pouteria sapota* permite reconocer al zapote mamey como una especie estratégica para sistemas tropicales productivos y de conservación. Su importancia deriva de su pertenencia a una familia botánica diversa, de su valor alimentario y comercial, y de su potencial para incorporarse en esquemas de enriquecimiento con árboles nativos.

La modelación del crecimiento en árboles con edades desconocidas, basada en crecimiento relativo logarítmico y regresión lineal segmentada, ofrece una herramienta útil para proyectar el desarrollo del tronco y conectarlo con la producción de frutos. Al combinar la curva de crecimiento con la relación alométrica entre diámetro y cosecha, se obtiene una trayectoria de producción más realista que una estimación fija de rendimiento.

La rentabilidad estimada depende de la interacción entre cosecha, sobrevivencia, precio neto, costos y descuento temporal. Bajo parámetros medios, el modelo reporta un valor presente neto de 1,796.47 MXN por árbol, lo que sugiere potencial económico favorable. Sin embargo, el rango de confianza amplio indica que la rentabilidad puede variar de manera considerable, por lo que las decisiones de manejo deben apoyarse en datos locales, monitoreo de sobrevivencia y análisis de mercado.

La producción de zapote mamey puede ser una alternativa compatible con restauración productiva, conservación de cobertura arbórea y diversificación económica. Para fortalecer su adopción, se recomienda mejorar el manejo de vivero, la selección de materiales, el establecimiento en campo, la cosecha, el transporte, la transformación y la comercialización. De esta manera, *P. sapota* puede contribuir a una visión de aprovechamiento sustentable de las sapotáceas mexicanas, integrando valor ecológico, alimentario y económico.

Agradecimientos

Se agradece al Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México por el respaldo académico y científico asociado a los estudios de botánica económica, crecimiento arbóreo y valoración ecológica de especies tropicales. Se reconoce también el espacio de intercambio académico proporcionado por el 3.er Coloquio de Sapotáceas 2026.

Referencias Bibliográficas

- Christenhusz, M. J. M., Fay, M. F., & Chase, M. W. (2017). *Plants of the World: An Illustrated Encyclopedia of Vascular Plants*. Kew Publishing; The University of Chicago Press.
- Núñez-Colín, C. A., Goytia-Jiménez, M. A., Serrano-Covarrubias, L. M., & Mejía-Carranza, J. (2017). Distribution, eco-climatic characterization and potential cultivation zones of mamey sapote in Mexico. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 23(2), 75-91.
- Ricker, M., & Daly, D. C. (1998). *Botánica económica en bosques tropicales: principios y métodos para su estudio y aprovechamiento*. Editorial Diana.
- Ricker, M., Mendelsohn, R. O., Daly, D. C., & Ángeles, G. (1999). Enriching the rainforest with native fruit trees: An ecological and economic analysis in Los Tuxtlas (Veracruz, Mexico). *Ecological Economics*, 31(3), 439-448. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00068-3](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00068-3)
- Ricker, M., Siebe, C., Sánchez, S., Shimada, K., Larson, B. C., Martínez-Ramos, M., & Montagnini, F. (2000). Optimising seedling management: *Pouteria sapota*, *Diospyros digyna*, and *Cedrela odorata* in a Mexican rainforest. *Forest Ecology and Management*, 139(1-3), 63-77. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00335-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00335-7)
- Ricker, M., Valencia-Avalos, S., Hernández, H. M., Gómez-Hinostrosa, C., Martínez-Salas, E. M., Alvarado-Cárdenas, L. O., Wallnöfer, B., Ramos, C. H., & Mendoza, P. E. (2016). Tree and tree-like species of Mexico: Apocynaceae, Cactaceae, Ebenaceae, Fagaceae, and Sapotaceae. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(4), 1189-1200. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.07.018>
- Ricker, M., von Rosen, D., He, C., Gutiérrez-García, G., Prieto-Rodao, E., & Singull, M. (2026). Modeling long-term tree growth curves indirectly with piecewise linear regression and explaining factors, when tree ages are unknown. *Environmental and Ecological Statistics*, 33, 449-511. <https://doi.org/10.1007/s10651-025-00689-z>

La familia sapotáceas en el programa nacional de semillas, en atención a especies nativas

Dr. Leobigildo Córdova Téllez y M en C. Nancy Yazmin Hernandez Nicolas

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Ciudad de México, México

Correo electrónico: leobigildo.cordova@agricultura.gob.mx

Resumen

El Programa Nacional de Semillas articula la producción, certificación y uso de semilla de calidad con la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos fitogenéticos agrícolas de México. Este trabajo analiza la inserción de la familia Sapotáceas dentro de este marco institucional, con énfasis en especies nativas y en la Red Sapotáceas. A partir de información del SNICS, del marco normativo nacional y de documentos de la FAO, se describen las atribuciones institucionales, los objetivos del PNS, la función de las redes de recursos genéticos y los avances de la Red Sapotáceas. Se destaca la necesidad de fortalecer bancos de germoplasma, colecciones de campo, caracterización, regeneración de accesiones y mejoramiento participativo. La conservación y uso sostenible de sapotáceas como el zapote mamey representa una oportunidad para diversificar la agricultura, mejorar la seguridad alimentaria y valorizar productos tradicionales.

Palabras clave: recursos fitogenéticos; semillas nativas; *Pouteria sapota*; bancos de germoplasma; soberanía alimentaria.

Introducción

Los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura constituyen la base biológica de los sistemas agrícolas, la seguridad alimentaria, la adaptación al cambio climático y el desarrollo rural sostenible. En un país megadiverso como México, su conservación no puede entenderse únicamente como resguardo de materiales biológicos, sino como un proceso integral que articula conocimientos locales, investigación científica, sistemas de semillas, bancos de germoplasma, colecciones de campo, legislación, mercados y participación social. En este contexto, las especies nativas de interés alimentario, medicinal, agroindustrial y cultural adquieren relevancia estratégica, especialmente cuando se encuentran subutilizadas o cuando su aprovechamiento depende todavía de sistemas locales de producción y selección.

La familia Sapotáceas agrupa árboles y arbustos tropicales de gran importancia ecológica y económica. En México, varias especies de esta familia son reconocidas por sus frutos comestibles, por su potencial ornamental, maderable, medicinal o agroindustrial, y por su contribución a la diversidad de huertos familiares, traspatios, sistemas agroforestales y paisajes productivos tropicales. Entre ellas destaca el zapote mamey, generalmente referido como *Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn, especie de alto valor sensorial, alimentario y comercial. Sin embargo, al igual que ocurre con otros frutales nativos, su desarrollo productivo enfrenta retos asociados con la conservación de germoplasma, la caracterización morfológica y molecular, la disponibilidad de materiales sobresalientes, la estabilidad de los sistemas de propagación y la construcción de esquemas de aprovechamiento sostenible.

El Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), órgano de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, tiene un papel central en la regulación, certificación, registro de variedades vegetales y atención de recursos fitogenéticos. De

acuerdo con la información institucional presentada en el 3.er Coloquio de Sapotáceas, sus actividades sustanciales se organizan alrededor de tres ámbitos: calificación de semillas, variedades vegetales y recursos fitogenéticos. Estos ámbitos se articulan con la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas, la Ley Federal de Variedades Vegetales y el Acuerdo por el que se crea el Comité Sectorial de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura.

El Programa Nacional de Semillas (PNS) representa un instrumento de planeación pública orientado a estimular la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación de nuevas variedades vegetales, así como la producción y uso de semilla de calidad y calificada. En sus vertientes de semillas mejoradas y semillas nativas, el PNS reconoce que la agricultura mexicana no se sostiene únicamente en el sistema formal de semillas, sino también en sistemas locales en los que productores, comunidades e instituciones conservan, seleccionan, intercambian y mejoran materiales adaptados a condiciones específicas. Esta perspectiva es particularmente importante para especies frutales nativas como las sapotáceas, cuya diversidad genética puede constituir una fuente de atributos de adaptación, calidad de fruto, productividad, resistencia a factores bióticos y abióticos, y generación de nuevas oportunidades de mercado.

La atención a las sapotáceas dentro del Programa Nacional de Semillas se vincula con la conservación in situ y ex situ, la caracterización de accesiones, la documentación de materiales sobresalientes, el mantenimiento de bancos de germoplasma, la creación de capacidades y la colaboración interinstitucional. La Red Sapotáceas surge como un mecanismo de cooperación orientado a promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de estas especies, su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad. Por ello, el objetivo de este trabajo es analizar la importancia de la familia Sapotáceas dentro del Programa Nacional de Semillas, describiendo el marco institucional de atención a especies nativas, los avances de la Red Sapotáceas y los desafíos y oportunidades para fortalecer su conservación, aprovechamiento y valorización.



Figura 1. Programa Nacional de semillas

Metodología

El trabajo se desarrolló mediante un análisis documental y descriptivo de información institucional relacionada con el Programa Nacional de Semillas, el SNICS, los recursos fitogenéticos agrícolas y la Red Sapotáceas. La fuente principal fue la presentación titulada “La familia Sapotáceas en el Programa Nacional de Semillas, en atención a especies nativas”, presentada en el 3.er Coloquio de Sapotáceas el 13 de marzo de 2026. A partir de dicha presentación se sistematizaron los componentes institucionales, normativos y operativos que explican la atención de especies nativas dentro del PNS.

La información se organizó en cuatro ejes analíticos. El primer eje correspondió a las actividades sustanciales del SNICS, incluyendo la calificación de semillas, la vigilancia del comercio de semillas, el registro de variedades vegetales y la coordinación de acciones en recursos fitogenéticos. El segundo eje se centró en el Programa Nacional de Semillas, diferenciando la atención a semillas nativas y semillas mejoradas, así como los objetivos vinculados con producción de semilla de calidad, registro de variedades y conservación de recursos genéticos agrícolas. El tercer eje abordó la atención a los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, considerando su definición, su marco institucional, el

Comité Sectorial de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura y el Subcomité de Recursos Genéticos Agrícolas. El cuarto eje analizó específicamente los antecedentes, avances, retos y oportunidades de la Red Sapotáceas.

Para enriquecer el análisis se revisaron referencias normativas y técnicas complementarias, entre ellas el Acuerdo de creación del Comité Sectorial de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura, el Programa Nacional de Semillas 2026-2030 y documentos de la FAO relacionados con la conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos. La información se presenta en texto corrido y en tablas sintéticas que integran los elementos institucionales más relevantes para las memorias del coloquio. Dado que se trata de un trabajo de carácter documental y de sistematización institucional, no se realizaron experimentos de campo ni análisis estadísticos.

Resultados y discusión

El análisis de la información muestra que la atención a las sapotáceas dentro del Programa Nacional de Semillas se inserta en una política más amplia de conservación, aprovechamiento sustentable y fortalecimiento de los sistemas de semillas. Desde el punto de vista institucional, el SNICS no solamente participa en procesos de certificación de semillas, sino también en el registro de variedades vegetales, la vigilancia del comercio de semillas y la coordinación de acciones dirigidas a recursos fitogenéticos. Esta articulación es fundamental para especies nativas, porque permite vincular la conservación de germoplasma con estrategias de uso, investigación, registro, mejoramiento y transferencia.

Tabla 1. Componentes institucionales del SNICS vinculados con semillas, variedades vegetales y recursos fitogenéticos.

Componente	Elementos reportados	Relevancia para especies nativas
Calificación de semillas	40 oficinas en OREF; certificación de semillas; vigilancia del comercio de semillas; coordinación del SINASEM; 29 Comités Estatales de Semillas.	Permite ordenar la producción y circulación de semilla de calidad, así como fortalecer la disponibilidad de materiales confiables para productores.
Variedades vegetales	6,135 variedades registradas de 148 cultivos; técnicos especializados; opinión técnica calificada de expertos de instituciones nacionales.	Facilita el registro y aprovechamiento de variedades mejoradas y nativas, requisito clave para conectar conservación, innovación y producción.
Recursos fitogenéticos	Coordinación del Subcomité de Recursos Genéticos Agrícolas; atención a 45 cultivos nativos mediante redes; sistemas locales y bancos comunitarios de semillas.	Constituye el eje más directamente vinculado con la conservación in situ, conservación ex situ, caracterización, documentación y uso sustentable de especies nativas.

Fuente: elaboración propia con base en la presentación institucional del SNICS para el 3.er Coloquio de Sapotáceas.



Figura.2 Semillas nativas vs semilla mejorada

La presencia nacional del SNICS, a través de unidades en representaciones, laboratorios regionales, laboratorio acreditado y personal técnico capacitado, permite que la política de semillas tenga alcance territorial. Para las sapotáceas, esta infraestructura puede ser útil no solo en un sentido regulatorio, sino también como soporte para procesos de documentación, acompañamiento técnico y articulación entre investigadores, productores, bancos de germoplasma y colecciones de campo. No obstante, por tratarse de frutales perennes, la conservación y evaluación de sapotáceas requieren horizontes de trabajo más largos que los cultivos anuales, así como protocolos específicos para colecta, regeneración, mantenimiento, caracterización y multiplicación.

El PNS reconoce dos grandes vertientes de atención: semillas mejoradas y semillas nativas. La primera se orienta principalmente a programas de abasto de semilla para cultivos estratégicos, bajo esquemas de refrescamiento de variedades existentes, transferencia de variedades generadas con potencial de mercado y creación de nuevas variedades. La segunda se relaciona con sistemas locales de semillas, selección y conservación por productores, bancos comunitarios, mejoramiento participativo, producción de semilla nativa y atención a cultivos nativos. Esta doble visión es pertinente para las sapotáceas, porque su aprovechamiento productivo puede requerir tanto investigación formal como reconocimiento de materiales conservados en huertos, parcelas, comunidades y colecciones institucionales.

Tabla 2. Objetivos del Programa Nacional de Semillas vinculados con la atención a recursos fitogenéticos agrícolas.

Objetivo del PNS	Estrategias vinculadas	Aplicación potencial en sapotáceas
Incrementar la producción nacional, uso y difusión de semillas de calidad.	Impulsar programas de abasto de semilla de calidad mejorada y nativa en cultivos estratégicos y regiones prioritarias.	Diseñar esquemas de producción local de material vegetal de calidad, especialmente en regiones con tradición de cultivo o potencial agroecológico para zapote mamey y otras sapotáceas.
Aumentar el desarrollo y registro de variedades vegetales mejoradas y nativas.	Impulsar el registro y aprovechamiento de variedades nativas; promover generación y	Caracterizar materiales sobresalientes, documentar descriptores, evaluar calidad de

	transferencia de nuevas y mejores variedades.	fruto, rendimiento, adaptación y posible registro de materiales nativos seleccionados.
Mejorar la conservación y aprovechamiento sustentable de recursos genéticos agrícolas.	Fomentar conservación en sistemas locales; fortalecer conservación ex situ en bancos de germoplasma y colecciones de campo.	Consolidar colecciones de campo, bancos de germoplasma, regeneración de accesiones, misiones de colecta y recolecta selectiva, además de redes de cooperación.

Fuente: elaboración propia con base en los objetivos y estrategias del Programa Nacional de Semillas y la presentación institucional analizada.

La atención a recursos fitogenéticos se fundamenta en una definición amplia de los RFAA como material genético vegetal de valor real o potencial para la alimentación y la agricultura. Esta categoría incluye cultivos modernos, líneas de mejoramiento, reservas genéticas, ecotipos, variedades locales o nativas, parientes silvestres de cultivos y especies silvestres cosechadas para alimentos. En consecuencia, las sapotáceas no deben ser vistas únicamente como frutales de interés regional, sino como reservorios de diversidad genética útil para responder a necesidades presentes y futuras: adaptación a cambios ambientales, diversificación productiva, desarrollo de alimentos tradicionales y funcionales, valorización territorial y creación de nuevas cadenas de valor.

El Comité Sectorial de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura y su Subcomité de Recursos Genéticos Agrícolas permiten articular instancias gubernamentales, académicos, científicos, productores, asociaciones, comercializadores e interesados. Esta estructura es relevante porque la conservación de recursos genéticos no puede recaer en una sola institución. Requiere mecanismos de cooperación, intercambio de información, acuerdos sobre acceso, distribución justa y equitativa de beneficios, mantenimiento de colecciones y uso responsable del germoplasma. Las redes o grupos de trabajo funcionan como espacios de cooperación, compromiso, alianza, conservación, aprovechamiento e investigación colectiva.

La Red Sapotáceas inició actividades en 2008 con la misión de promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de las especies de sapotáceas, su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad. De acuerdo con la información presentada, la especie atendida de manera central ha sido el zapote mamey, referido en la presentación como *Pouteria zapota* J.; en este texto se reconoce como *Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn, nombre ampliamente utilizado en la literatura hortícola y botánica contemporánea. La red se reactivó a partir de la creación del Comité Sectorial de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura en 2020, y reporta ocho investigadores como participantes actuales.

Tabla 3. Avances reportados por la Red Sapotáceas en conservación, utilización y creación de capacidades.

Área estratégica	Avances reportados	Interpretación para el fortalecimiento de la red
Manejo y conservación in situ	Trabajo con 18 agricultores que identificaron materiales sobresalientes en calidad de fruta y rendimiento.	Reconoce el papel de productores como custodios de diversidad y como actores clave para seleccionar materiales con valor agronómico y comercial.
Conservación ex situ	125 accesiones colectadas de * <i>Pouteria sapota</i> * y 48 accesiones resguardadas en la colección de trabajo del IT Conkal.	Permite disponer de material biológico para evaluación, regeneración, documentación, conservación a largo plazo y programas de mejoramiento.

Utilización sostenible	125 accesiones resguardadas; 73 caracterizadas morfológicamente y 30 molecularmente.	La caracterización facilita identificar variabilidad, duplicados, materiales élite y atributos útiles para investigación, producción y mercado.
Creación de capacidades	Participación de cinco instancias y publicación de dos libros: "Zapote mamey y otras sapotáceas" y "El zapote mamey en México: avances de investigación".	La difusión técnica y científica fortalece la memoria institucional, la formación de recursos humanos y la colaboración interinstitucional.

Fuente: elaboración propia con base en la presentación institucional del SNICS para el 3.er Coloquio de Sapotáceas.



Figura. 3 Actividades realizadas apegadas a las 18 líneas de segundo plan de acción mundial FAO

Los avances de la Red Sapotáceas muestran una ruta de trabajo alineada con las áreas estratégicas internacionales para recursos fitogenéticos: conservación in situ, conservación ex situ, utilización sostenible y creación de capacidades. El trabajo con agricultores permite identificar materiales sobresalientes en calidad de fruta y rendimiento, lo cual es esencial para especies frutales con alta variabilidad genética. La colecta y resguardo de accesiones proporciona una base para investigaciones futuras, pero su valor depende de que se mantengan vivas, viables, documentadas y disponibles para evaluación. La caracterización morfológica y molecular permite conocer la diversidad existente, distinguir materiales, orientar decisiones de conservación y sentar bases para programas de mejoramiento.

A pesar de estos avances, la presentación identifica desafíos relevantes. Entre ellos destacan el monitoreo y regeneración de accesiones, el mantenimiento de infraestructura y equipo en colecciones de campo y bancos de germoplasma, la realización de misiones de colecta y recolecta selectiva, la caracterización y evaluación del germoplasma, la construcción de programas nacionales de mejoramiento a corto, mediano y largo plazo, y la diversificación de la producción agrícola para una agricultura sostenible. Estos retos son particularmente sensibles en sapotáceas porque se trata de árboles perennes, con ciclos largos, alta dependencia de condiciones ambientales y necesidades de manejo poscosecha, propagación y evaluación de calidad de fruto.

La autosuficiencia alimentaria y la soberanía tecnológica requieren conservar y utilizar recursos genéticos nativos, pero también convertirlos en opciones productivas viables. Para ello, las sapotáceas deben vincularse con agendas de investigación sobre propagación, sanidad vegetal, bancos de germoplasma, caracterización química y nutricional, vida de anaquel, procesamiento, desarrollo de productos, mercados locales, denominaciones

territoriales y agroecología. La conservación sin uso puede volverse frágil si no se generan incentivos sociales, económicos y culturales para mantener los materiales; de igual manera, el aprovechamiento sin conservación puede poner en riesgo la diversidad que da origen al valor productivo.

Las oportunidades identificadas se agrupan en cuatro ámbitos. El primero es la sensibilización de la opinión pública sobre la importancia de los recursos fitogenéticos y su conservación. El segundo es la valorización de productos tradicionales mediante el uso sostenible de RFAA en alimentos, medicinas y cosméticos, así como la generación de ingresos locales. El tercero es el fortalecimiento de la seguridad alimentaria a partir de variedades locales y tradicionales adaptadas a condiciones regionales. El cuarto es la investigación y desarrollo para generar nuevas variedades resistentes a enfermedades y cambio climático, impulsar alimentos y medicinas, formar recursos humanos y construir capacidades técnicas. Estas oportunidades coinciden con el potencial de las sapotáceas como frutales nativos de alto valor cultural, alimentario y económico.

En términos de política pública, la inclusión de las sapotáceas dentro del Programa Nacional de Semillas y del Subcomité de Recursos Genéticos Agrícolas puede contribuir a pasar de una conservación fragmentada a una estrategia integrada. Esta estrategia debería incluir inventarios actualizados de accesiones, protocolos de caracterización, criterios de priorización para regeneración, georreferenciación de materiales, participación de productores, resguardo en colecciones de campo, evaluación de atributos de calidad y mecanismos de transferencia. La Red Sapotáceas puede funcionar como plataforma para reunir a investigadores, instituciones, productores y tomadores de decisiones, orientando proyectos de conservación y aprovechamiento con metas verificables.

Un aspecto clave es el equilibrio entre conservación *in situ* y *ex situ*. La conservación *in situ* mantiene las especies en sus entornos productivos, ecológicos y socioculturales, favoreciendo la interacción continua con productores y consumidores. La conservación *ex situ*, por su parte, resguarda materiales fuera de su ambiente de origen, reduciendo el riesgo de pérdida por cambio de uso de suelo, abandono de huertos, plagas, envejecimiento de árboles o eventos climáticos extremos. Para el caso de sapotáceas, ambas estrategias deben ser complementarias: la primera preserva procesos evolutivos y culturales; la segunda facilita evaluación comparativa, documentación y disponibilidad para investigación.

Conclusiones

La familia Sapotáceas representa un grupo de especies nativas con alto valor para la alimentación, la diversificación agrícola, la conservación de la agrobiodiversidad y la generación de alternativas productivas regionales. Su atención dentro del Programa Nacional de Semillas permite ubicarla en un marco institucional más amplio, donde convergen certificación de semillas, registro de variedades vegetales, conservación de recursos fitogenéticos, sistemas locales de semillas, bancos de germoplasma y redes de cooperación.

El SNICS cumple una función estratégica al articular la normatividad, la planeación y la coordinación interinstitucional en materia de semillas y recursos fitogenéticos. La Red Sapotáceas ha generado avances relevantes, entre ellos la colaboración con agricultores, la colecta y resguardo de accesiones de zapote mamey, la caracterización morfológica y molecular de materiales, la participación de instancias académicas y la publicación de obras especializadas. Estos elementos constituyen una base para fortalecer programas de conservación y aprovechamiento sustentable.

Los principales desafíos se relacionan con la regeneración y monitoreo de accesiones, el mantenimiento de colecciones de campo y bancos de germoplasma, la caracterización integral del material resguardado, la ampliación de misiones de colecta selectiva, la creación de capacidades y el diseño de programas de mejoramiento a corto, mediano y largo plazo. Atender estos retos permitiría consolidar a las sapotáceas como recursos fitogenéticos prioritarios para la seguridad alimentaria, la adaptación al cambio climático, la valorización de productos tradicionales y el desarrollo de cadenas de valor sustentables.

Agradecimientos

Se agradece al Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, a la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural y a las instituciones por su contribución al conocimiento, conservación y aprovechamiento sustentable de las especies nativas de la familia Sapotáceas. Asimismo, se reconoce al comité organizador del 3.er Coloquio de Sapotáceas por promover un espacio de intercambio científico, técnico e institucional sobre estos recursos fitogenéticos.

Referencias Bibliográficas

- Diario Oficial de la Federación. (2020). *Acuerdo por el que se crea el Comité Sectorial de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5596791&fecha=16/07/2020
- Diario Oficial de la Federación. (2026). *Programa Nacional de Semillas 2026-2030*. Presidencia de la República. <https://sidof.segob.gob.mx/notas/5784522>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2010). *The Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2012). *Second Global Plan of Action for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). *The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture*. FAO.
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. (2026). *La familia Sapotáceas en el Programa Nacional de Semillas, en atención a especies nativas* [Presentación en el 3.er Coloquio de Sapotáceas]. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2007). *Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas*. Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (1996). *Ley Federal de Variedades Vegetales*. Diario Oficial de la Federación.

Fuentes amiláceas alternativas para su uso en diversas áreas: las sapotáceas como una oportunidad

Dra. Edith Agama Acevedo

Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Instituto Politécnico Nacional,
Yautepec, Morelos, México. eagama@ipn.mx

Resumen

El almidón es uno de los carbohidratos de mayor relevancia alimentaria e industrial; sin embargo, su aprovechamiento depende de la fuente botánica, la etapa de desarrollo del órgano vegetal y el procesamiento aplicado. El objetivo de este trabajo fue analizar el potencial de las sapotáceas, particularmente *Pouteria campechiana* (canistel), como fuentes amiláceas alternativas para aplicaciones alimentarias y no alimentarias. Se integró información técnica sobre composición de harina, rendimiento, fracciones de digestibilidad del almidón, compuestos fenólicos, capacidad antioxidante, carotenoides y propiedades funcionales. La harina de pulpa de canistel presentó una matriz rica en carbohidratos, almidón, fibra y compuestos bioactivos; además, el almidón de pulpa y semilla mostró características diferenciadas de pureza y amilosa. Estos resultados indican que las sapotáceas pueden valorizarse como materias primas funcionales, nutracéuticas y tecnológicas, siempre que se controle la madurez y el procesamiento.

Palabras clave: fuentes amiláceas; almidón resistente; *Pouteria campechiana*; harina funcional; compuestos bioactivos.



Figura.1 *Pouteria campechiana* en estado de maduración madura, mostrando su color amarillo brillante, característico de sus carotenoides

Introducción

El almidón constituye una de las principales reservas energéticas de las plantas y, al mismo tiempo, uno de los ingredientes de mayor importancia para la alimentación humana y para diversos procesos industriales. En la dieta, las fuentes amiláceas tradicionales incluyen cereales como maíz y trigo, tubérculos, raíces y leguminosas; en conjunto, los carbohidratos derivados de estas matrices aportan una proporción considerable de la energía consumida por la población. No obstante, el almidón no debe entenderse únicamente como una fuente de calorías ni como un simple espesante. Su comportamiento depende de la organización molecular de la amilosa y la amilopectina, del tamaño y morfología del gránulo, de la interacción con proteínas, lípidos y polifenoles, así como de los tratamientos térmicos, mecánicos o químicos a los que se somete.

En la industria de alimentos, el almidón funciona como ingrediente estructural capaz de modificar apariencia, textura, viscosidad, sensación al paladar, estabilidad y comportamiento durante el almacenamiento. Sus propiedades como espesante, gelificante, aglutinante, antiaglutinante y estabilizante estructural permiten su incorporación en bebidas, salsas, productos de panificación, confitería, alimentos instantáneos, sistemas emulsificados y matrices formuladas con requerimientos específicos de textura. Además, desde la perspectiva nutricional, no todos los almidones se comportan igual durante la digestión: algunos se hidrolizan rápidamente, otros liberan glucosa de manera más lenta y una fracción puede resistir la digestión en el intestino delgado, alcanzando el colon y comportándose fisiológicamente de forma semejante a la fibra dietética.

En años recientes se ha intensificado la búsqueda de fuentes amiláceas alternativas que permitan diversificar la oferta de ingredientes, aprovechar especies subutilizadas y reducir la dependencia de materias primas convencionales. Esta búsqueda se relaciona con dos grandes necesidades. La primera es alimentaria y nutricional: desarrollar ingredientes con valor funcional, bajo impacto glucémico potencial o presencia simultánea de fibra, almidón resistente y compuestos bioactivos. La segunda es tecnológica y ambiental: disponer de biopolímeros renovables, biodegradables y de bajo costo que puedan emplearse como sustitutos parciales de materiales derivados del petróleo en áreas como bioplásticos, recubrimientos, construcción, pinturas, medicina regenerativa y otros sectores no alimentarios.

Dentro de esta perspectiva, los frutos tropicales inmaduros o en madurez fisiológica representan matrices de interés. En frutos como plátano y mango se ha demostrado que, durante el desarrollo, una proporción importante de los azúcares sencillos puede almacenarse temporalmente como almidón. Conforme avanza la maduración de consumo, el almidón se hidroliza y se incrementa el contenido de azúcares solubles, lo que modifica dulzor, textura y aceptabilidad. Por ello, el momento de cosecha es determinante: frutos en madurez fisiológica pueden aportar almidón y fibra, mientras que frutos completamente maduros son más adecuados para productos de consumo directo, pulpas dulces o formulaciones donde se desea una mayor concentración de azúcares.

La familia Sapotaceae reúne especies tropicales con frutos apreciados por sus características sensoriales, pigmentos, compuestos fenólicos y potencial de transformación. Entre ellas, *Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni, conocida como canistel o zapote amarillo, destaca por su pulpa amarilla intensa, su riqueza en carbohidratos y la presencia de carotenoides y polifenoles. A pesar de ello, su aprovechamiento agroindustrial sigue siendo limitado en comparación con otros cultivos. Esta condición convierte a las sapotáceas en un grupo estratégico para la investigación en ciencia y tecnología de alimentos, particularmente para el desarrollo de harinas, almidones, ingredientes funcionales, productos nutracéuticos y materiales biodegradables.

La hipótesis de este trabajo plantea que las sapotáceas, especialmente *P. campechiana* en etapas definidas de desarrollo, poseen características composicionales, funcionales y bioactivas que permiten considerarlas como fuentes amiláceas alternativas con aplicaciones alimentarias y no alimentarias. El objetivo fue integrar y discutir información sobre el potencial de estas matrices, con énfasis en la obtención de harina de canistel, la composición proximal, las fracciones de digestibilidad del almidón, la presencia de antioxidantes y carotenoides, y sus posibles rutas de aprovechamiento tecnológico.

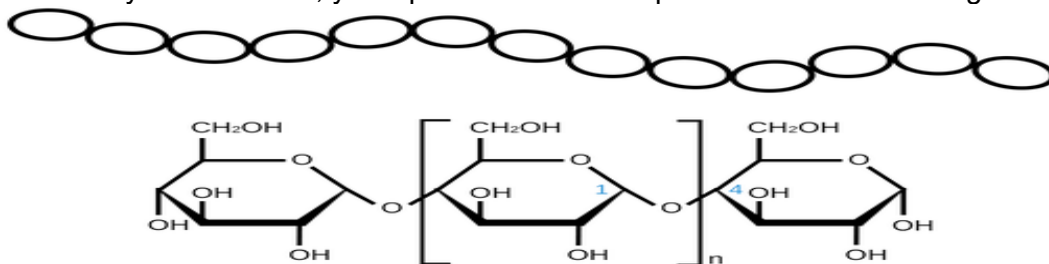


Figura.2 Forma química del almidón.

Metodología

El presente trabajo se estructuró como una revisión científico-técnica y una integración de información experimental y documental presentada en el marco del 3.er Coloquio de Sapotáceas. Se consideraron tres niveles de análisis: el papel general del almidón como ingrediente alimentario y biomaterial; la búsqueda de fuentes amiláceas alternativas en

frutos tropicales; y el caso específico de *P. campechiana* como matriz de interés para la obtención de harina, almidón y compuestos bioactivos asociados.

Para la caracterización conceptual de las fuentes amiláceas se revisaron las funciones tecnológicas atribuidas al almidón en sistemas alimentarios y no alimentarios, incluyendo su capacidad espesante, gelificante, aglutinante, antiaglutinante y estabilizante. Asimismo, se consideró la clasificación nutricional del almidón en fracciones de digestión rápida, digestión lenta y almidón resistente. Esta clasificación permite interpretar el efecto potencial del procesamiento sobre la disponibilidad de glucosa y la funcionalidad fisiológica de una harina o ingrediente amiláceo.

Como modelo de aprovechamiento se consideró la pulpa de canistel en madurez fisiológica. La selección del estado de desarrollo se relacionó con la presencia de almidón antes de su conversión mayoritaria a azúcares solubles durante la maduración de consumo. En la información técnica integrada se menciona el uso de indicadores como grados Brix, con valores aproximados de 4 a 6 °Brix, para orientar la identificación de frutos en una etapa adecuada para el aislamiento o aprovechamiento de almidón. La preparación de harina incluyó operaciones de selección del fruto, separación de pulpa, reducción de tamaño, deshidratación por convección y molienda.

El rendimiento se estimó a partir de la relación entre humedad de la pulpa fresca y harina obtenida. De acuerdo con los datos presentados, por cada 100 g de pulpa fresca se reportó una proporción aproximada de 70 g de agua y 30 g de harina, lo que indica que la deshidratación concentra los sólidos de interés tecnológico. Para describir la matriz resultante se integraron valores porcentuales de azúcares solubles, almidón, fibra, proteína, extracto etéreo y cenizas.

El análisis de la digestibilidad del almidón se organizó en tres fracciones: almidón de digestión rápida (ADR), almidón de digestión lenta (ADL) y almidón resistente (AR). Se compararon valores de harina cruda y cocida, con el propósito de evidenciar el efecto del procesamiento térmico sobre la disponibilidad del almidón. Adicionalmente, se integraron datos de compuestos fenólicos extraíbles y no extraíbles, capacidad antioxidante por DPPH y ABTS, así como información sobre carotenoides, pureza de almidón y porcentaje de amilosa en fracciones obtenidas de pulpa y semilla.

Resultados y discusión

El análisis muestra que *P. campechiana* posee atributos relevantes para ser considerada una fuente amilácea alternativa. La pulpa de canistel tiene una proporción importante de carbohidratos y, cuando se procesa en una etapa adecuada de desarrollo, permite obtener una harina con contenido apreciable de almidón, fibra, proteína y compuestos asociados de interés funcional. En este sentido, la valorización del fruto no se limita a su consumo fresco, sino que puede ampliarse hacia ingredientes de mayor estabilidad, facilidad de transporte y versatilidad tecnológica.

La composición de la harina de pulpa de canistel evidencia una matriz compleja. El contenido de almidón representa aproximadamente una tercera parte de la harina, mientras que la fibra alcanza una proporción considerable. Esta combinación es relevante porque la respuesta tecnológica y nutricional de la harina no depende exclusivamente del almidón aislado, sino de su interacción con el resto de componentes. La fibra puede modificar la hidratación, la viscosidad, la retención de agua y la digestibilidad; los azúcares solubles influyen en dulzor, coloración durante el calentamiento y comportamiento en formulaciones; la proteína y los lípidos pueden modificar la textura y la estabilidad de sistemas alimentarios; y las cenizas reflejan la presencia de minerales asociados a la matriz vegetal.

Tabla 1. Componentes principales reportados para la harina de pulpa de canistel.

Componente	Proporción aproximada (%)
Azúcares solubles	15
Almidón	35
Fibra	24
Proteínas	12
Extracto etéreo	6
Cenizas	4

Estos valores sugieren que la harina de canistel no debe ser interpretada como un almidón purificado, sino como una harina funcional de fruta con potencial para aportar estructura, energía, fibra y compuestos bioactivos. Esta característica puede ser favorable para el diseño de alimentos con identidad tropical, productos horneados, bebidas espesas, mezclas para postres, formulaciones con color natural amarillo-anaranjado y matrices con potencial antioxidante. Sin embargo, también implica que su comportamiento tecnológico debe evaluarse en función de la formulación completa, ya que la presencia de fibra, azúcares y lípidos puede modificar la gelatinización, la viscosidad, la retrogradación y la textura final.



Figura 3 *Pouteria campechiana*, semilla sin testa, semilla con testa, pulpa y fruto anatómico

Tabla 2. Proporción de pulpa, cáscara y semilla en frutos de canistel en dos estadios de desarrollo.

Estadio de desarrollo	Pulpa (%)	Cáscara (%)	Semilla (%)
V1	73.65	13.16	13.03
V2	64.32	8.81	26.87

La proporción anatómica del fruto es importante para estimar rendimiento y orientar el aprovechamiento integral. En los datos comparativos, la pulpa representa la fracción mayoritaria del fruto, aunque su proporción disminuye del estadio V1 al V2, mientras que la semilla incrementa de forma notable. Este comportamiento puede tener implicaciones tecnológicas: si el objetivo es obtener harina de pulpa, los estadios con mayor proporción de pulpa pueden ser más eficientes; si se busca aislar almidón de semilla o evaluar biomateriales a partir de subproductos, los estadios con mayor proporción de semilla podrían ofrecer una ruta adicional de aprovechamiento. Así, la especie permite plantear estrategias de valorización diferenciadas para pulpa, semilla y posiblemente cáscara.

Un resultado central es que el procesamiento térmico modifica de manera sustancial las fracciones de digestibilidad del almidón. La harina cruda presentó una fracción de almidón resistente mayor que la harina cocida, mientras que la cocción incrementó el almidón de digestión rápida. Este comportamiento es congruente con la gelatinización: al calentar en presencia de agua, los gránulos de almidón se hinchan, pierden parte de su organización semicristalina y se vuelven más accesibles a la acción de las enzimas digestivas. Por ello, la misma materia prima puede tener efectos nutricionales distintos dependiendo de si se consume en formulaciones crudas, deshidratadas, horneadas, cocidas, extruidas o sometidas a procesos de retrogradación posterior.

Tabla 3. Fracciones de almidón de importancia nutricional en harina de canistel cruda y cocida.

Fracción	Harina cruda (%)	Harina cocida (%)
Almidón de digestión rápida (ADR)	56 ± 0.1	75 ± 0.5
Almidón de digestión lenta (ADL)	20 ± 0.7	20 ± 1.2
Almidón resistente (AR)	24 ± 0.5	5 ± 0.8

ADR: almidón de digestión rápida; ADL: almidón de digestión lenta; AR: almidón resistente. Valores expresados como media ± desviación estándar.

Desde el punto de vista nutricional, esta diferencia es relevante. El almidón de digestión rápida se asocia con una liberación acelerada de glucosa, por lo que puede ser útil en productos donde se busca disponibilidad energética inmediata, pero menos deseable en alimentos dirigidos al control de la respuesta glucémica. El almidón de digestión lenta, por su parte, favorece una liberación más gradual de glucosa y puede contribuir a la saciedad y al rendimiento sostenido. El almidón resistente no se digiere completamente en el intestino delgado y puede llegar al colon, donde funciona como sustrato fermentable para la microbiota. Por esta razón, el canistel podría incorporarse en líneas de desarrollo de alimentos funcionales, siempre que se evalúe su comportamiento real en matrices específicas y en condiciones de procesamiento controladas.

Además del almidón, la harina de canistel contiene compuestos antioxidantes que amplían su interés como ingrediente funcional. Los polifenoles extraíbles y no extraíbles, incluidos taninos hidrolizables y condensados, pueden contribuir a la capacidad antioxidante total. Esta distinción es importante porque una parte de los polifenoles puede estar asociada a la matriz de fibra o a macromoléculas, por lo que no siempre se cuantifica adecuadamente si solo se consideran extractos convencionales. En una matriz rica en fibra y almidón, los polifenoles ligados podrían liberarse durante la digestión o por acción de la microbiota intestinal, aportando efectos locales o sistémicos que requieren evaluación experimental adicional.

Tabla 4. Contenido de polifenoles y capacidad antioxidante reportados para harina de pulpa de canistel.

Variable	Valor reportado
Polifenoles extraíbles	32 ± 0.4 mg EAG/g
Taninos hidrolizables no extraíbles	27 ± 3.0 mg EAG/g
Taninos condensados no extraíbles	11 ± 1.0 mg cianidina/g
Capacidad antioxidante DPPH	120 ± 2.0 µmol TE/g
Capacidad antioxidante ABTS	10 ± 0.5 µmol TE/g

La presencia de carotenoides también es un elemento diferenciador del canistel frente a muchas fuentes amiláceas convencionales. La coloración amarilla-anaranjada de la pulpa se asocia con pigmentos carotenoides, entre ellos compuestos relacionados con β -caroteno, luteína, zeaxantina y criptoxantina. La incorporación de estos pigmentos en una matriz rica en carbohidratos abre oportunidades para desarrollar alimentos con color natural y valor bioactivo. No obstante, la estabilidad y bioaccesibilidad de los carotenoides dependen de la estructura celular, la presencia de lípidos, el procesamiento térmico, la exposición a luz y oxígeno, y la matriz alimentaria final.

Tabla 5. Características reportadas para almidón obtenido de pulpa y semilla de canistel.

Fuente	Pureza del almidón (%)	Amilosa (%)	Observación
Pulpa	64	21	Asociado a pigmentos y componentes de la matriz
Semilla	86	31	Mayor pureza y mayor proporción de amilosa

La comparación entre almidón de pulpa y almidón de semilla sugiere que ambas fracciones podrían orientarse a usos distintos. El almidón de semilla, al presentar mayor pureza y mayor proporción de amilosa, podría tener interés para aplicaciones donde se requieran geles más firmes, películas, sistemas con mayor tendencia a retrogradación o materiales con propiedades mecánicas específicas. En contraste, el almidón de pulpa, al estar más asociado a pigmentos y otros componentes, podría ser apropiado para ingredientes integrales, formulaciones alimentarias con color natural o productos donde se busque conservar parte de la identidad sensorial y bioactiva del fruto.

El potencial de las sapotáceas debe analizarse también desde la lógica de aprovechamiento integral y economía circular. La transformación de frutos subutilizados en harinas, almidones o ingredientes funcionales puede reducir pérdidas poscosecha, generar nuevas cadenas de valor y abrir oportunidades para comunidades productoras. Al mismo tiempo, la investigación en macromoléculas vegetales permite explorar modificaciones físicas, térmicas o ecológicas del almidón para ampliar sus aplicaciones sin depender necesariamente de procesos químicos agresivos. Esta línea es coherente con la búsqueda de materiales renovables y biodegradables para sectores alimentarios y no alimentarios.

No obstante, para consolidar estas aplicaciones se requiere avanzar en varios aspectos. Primero, establecer criterios claros de madurez, cosecha y manejo poscosecha, ya que el contenido de almidón, azúcares, pigmentos y compuestos fenólicos cambia durante el desarrollo del fruto. Segundo, caracterizar la variabilidad entre accesiones, localidades y temporadas, debido a que la composición de los frutos puede estar influida por genética, clima, suelo y manejo agronómico. Tercero, evaluar propiedades funcionales específicas como capacidad de hinchamiento, solubilidad, viscosidad, perfil de pasta, gelatinización, retrogradación, tamaño granular, cristalinidad y comportamiento reológico. Cuarto, validar la digestibilidad y bioaccesibilidad en sistemas alimentarios reales y no únicamente en fracciones aisladas.

En síntesis, las sapotáceas representan una oportunidad para conectar biodiversidad, nutrición, tecnología de alimentos y desarrollo sustentable. *P. campechiana* no solo ofrece una pulpa atractiva por su color y sabor, sino una matriz rica en almidón, fibra, antioxidantes y carotenoides. Esta combinación permite imaginar productos alimentarios funcionales, ingredientes de bajo índice glucémico potencial, harinas compuestas, recubrimientos, biopelículas, materiales biodegradables y aplicaciones en investigación de macromoléculas. El reto consiste en transformar este potencial en protocolos reproducibles, productos estables, evidencia nutricional sólida y cadenas de aprovechamiento que beneficien tanto a la ciencia como a los productores.

Conclusiones

Las sapotáceas, y en particular *P. campechiana*, constituyen una fuente amilácea alternativa con alto potencial para aplicaciones alimentarias, funcionales y tecnológicas. La harina de pulpa de canistel concentra almidón, fibra, azúcares solubles, proteína, lípidos, minerales y compuestos bioactivos, por lo que debe considerarse una matriz integral y no solamente una fuente purificada de almidón.

El estado de madurez y el procesamiento son factores críticos para definir la calidad del ingrediente. La madurez fisiológica favorece la recuperación de almidón, mientras que la cocción modifica la digestibilidad, aumentando la fracción de digestión rápida y reduciendo el almidón resistente. Por ello, el diseño de productos a base de canistel debe seleccionar cuidadosamente las condiciones de cosecha, secado, molienda y tratamiento térmico.

La presencia de polifenoles, taninos, carotenoides y capacidad antioxidante amplía el valor de esta especie más allá de su función estructural. Estos componentes permiten proponer el desarrollo de alimentos con valor agregado, formulaciones con color natural y posibles beneficios asociados a la matriz antioxidante. Además, la diferenciación entre almidón de pulpa y semilla abre oportunidades para el aprovechamiento integral del fruto.

Finalmente, el estudio de las sapotáceas como fuentes de macromoléculas vegetales debe fortalecerse mediante caracterización estructural, funcional, nutricional y reológica, así como con evaluaciones de estabilidad, bioaccesibilidad y aplicación en productos reales. Su aprovechamiento puede contribuir a la valorización de especies nativas y subutilizadas, al desarrollo de ingredientes innovadores y a la generación de alternativas renovables para distintas áreas industriales.

Agradecimientos

Se agradece al Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del Instituto Politécnico Nacional y al comité organizador del 3.er Coloquio de Sapotáceas por el espacio académico para la discusión del potencial científico, tecnológico y alimentario de las sapotáceas. Asimismo, se reconoce el trabajo de investigación desarrollado en torno al estudio y aprovechamiento de macromoléculas vegetales de especies nativas y subutilizadas.

Referencias Bibliográficas

- Agama-Acevedo, E., Bello-Pérez, L. A., Pacheco-Vargas, G., Núñez-Santiago, M. C., Evangelista-Lozano, S., & Gutiérrez, T. J. (2023). Starches isolated from the pulp and seeds of unripe *Pouteria campechiana* fruits as potential health-promoting food additives. *Starch - Stärke*, 75(1-2), 2200089. <https://doi.org/10.1002/star.202200089>
- Bello-Pérez, L. A., Flores-Silva, P. C., Agama-Acevedo, E., & Tovar, J. (2020). Starch digestibility: Past, present, and future. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100, 5009-5016. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8955>
- Englyst, H. N., Kingman, S. M., & Cummings, J. H. (1992). Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *European Journal of Clinical Nutrition*, 46(Suppl. 2), S33-S50.
- Gómez-Maqueo, A., Bandino, E., Hormaza, J. I., & Cano, M. P. (2020). Characterization and the impact of in vitro simulated digestion on the stability and bioaccessibility of carotenoids and their esters in two *Pouteria lucuma* varieties. *Food Chemistry*, 316, 126369. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126369>
- Lagunes-Delgado, C., Agama-Acevedo, E., Patiño-Rodríguez, O., Martínez, M. M., & Bello-Pérez, L. A. (2022). Recovery of mango starch from unripe mango juice. *LWT - Food Science and Technology*, 153, 112514. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112514>

- Li, B., Zhang, Y., Zhang, Y., Zhang, Y., Xu, F., Zhu, K., & Huang, C. (2021). A novel underutilized starch resource: *Lucuma nervosa* A.DC. seed and fruit. *Food Hydrocolloids*, 120, 106934. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106934>
- Li, B., Zhu, L., Wang, Y., Zhang, Y., Huang, C., Zhao, Y., & Wu, G. (2022). Multi-scale supramolecular structure of *Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni seed and pulp starch. *Food Hydrocolloids*, 124, 107284. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107284>
- Pérez-Bárcena, J. F. (2020). Mejoramiento de la germinación y desarrollo de *Pouteria campechiana* (Sapotaceae) [Tesis de doctorado, Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Instituto Politécnico Nacional].
- Pérez-Jiménez, J., Arranz, S., Taberner, M., Díaz-Rubio, M. E., Serrano, J., Goñi, I., & Saura-Calixto, F. (2008). Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant foods, oils and beverages: Extraction, measurement and expression of results. *Food Research International*, 41(3), 274-285. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.12.004>
- Reyes-Atrizco, J. N., Agama-Acevedo, E., Bello-Pérez, L. A., & Álvarez-Ramírez, J. (2019). Morphological, molecular evolution and in vitro digestibility of filamentous granules of banana starch during fruit development. *International Journal of Biological Macromolecules*, 132, 119-125. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.03.181>

Distribución, caracterización eco-climática y zonas potenciales de cultivo del zapote mamey en México
Ingeniería en Biotecnología, Universidad de Guanajuato
carlos.nunez@ugto.mx

Resumen

El zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn) es un frutal tropical nativo de México con valor alimentario, cultural y económico. El objetivo de este trabajo fue analizar su distribución geográfica y eco-climática, así como identificar zonas actuales y futuras con potencial de cultivo mediante Sistemas de Información Geográfica. Se integraron datos de pasaporte de SNIB-CONABIO y Tropicos.org, junto con parámetros climáticos del modelo Eco-Crop. La especie se asoció con tres regiones eco-climáticas: Aw, Am y A(C)(m). Los modelos indicaron zonas actuales de adaptación excelente en la costa del Pacífico, Golfo de México, península de Yucatán y cuenca del Balsas. Bajo cambio climático simulado al 2050, la adaptación podría ampliarse en varias entidades. Estos resultados son útiles para conservación de germoplasma, huertas madre y planificación productiva.

Palabras clave: Sapotaceae; germoplasma; Sistemas de Información Geográfica; cambio climático; Eco-Crop.

Introducción

La familia Sapotaceae Juss. agrupa árboles y arbustos tropicales de elevada importancia ecológica, alimentaria y económica. Varias de sus especies producen frutos comestibles de alto valor sensorial y cultural, además de recursos maderables, aceites, látex y otros productos de interés local o comercial. En México, esta familia se encuentra representada por especies adaptadas principalmente a ambientes tropicales y subtropicales, donde participa en sistemas agroforestales, huertos familiares, selvas medianas y bajas, así como en zonas de transición climática. Dentro de este grupo, el zapote mamey, *Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn, destaca por el tamaño, color, aroma, dulzor y textura de su fruto, características que explican su consumo en fresco y su uso en bebidas, helados, postres y productos derivados.

El zapote mamey es considerado un frutal tropical nativo de Mesoamérica, probablemente originario del sur-sureste de México y de zonas bajas de Centroamérica. Actualmente se cultiva o aprovecha en México, Belice, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Panamá, Colombia, las islas del Caribe y Florida, además de existir interés en su introducción o expansión hacia otros países con ambientes tropicales o subtropicales. Su importancia no se limita al mercado de fruta fresca: también se relaciona con la conservación de recursos fitogenéticos, la diversificación de frutales tropicales, la soberanía alimentaria regional y la posibilidad de generar cadenas de valor a partir de materiales nativos.

Desde el punto de vista productivo, el cultivo presenta retos relevantes. En México, la especie se propaga frecuentemente por semilla y posee polinización cruzada, lo que genera amplia variabilidad genética entre árboles y poblaciones. Esta variabilidad es valiosa como reserva de genes, pero también dificulta la homogeneidad comercial de la producción, ya que puede haber diferencias importantes en tamaño, forma, color de pulpa, sabor, época de cosecha, rendimiento y comportamiento poscosecha. Por ello, la identificación de regiones eco-climáticas y zonas con mayor aptitud productiva es fundamental para orientar programas de colecta, selección, conservación, establecimiento de bancos de germoplasma, huertas madre y parcelas de evaluación.

El problema central es que la información sobre la distribución natural y la adaptación climática del zapote mamey ha sido históricamente dispersa. Aunque existen registros de herbario, bases de datos de biodiversidad y conocimientos locales, no siempre se encuentran integrados en herramientas que permitan visualizar, comparar y predecir áreas

de distribución o potencial de cultivo. En este contexto, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permiten combinar coordenadas de presencia, variables climáticas, modelos de elevación y escenarios climáticos para generar mapas probabilísticos y modelos de adaptación. Esta aproximación es especialmente útil en especies frutales nativas con potencial económico, pero con limitada tecnificación y escasa planeación territorial.

El objetivo de este trabajo fue analizar la distribución geográfica y eco-climática del zapote mamey en México, así como identificar zonas actuales y futuras con potencial de cultivo, considerando un escenario de cambio climático hacia 2050. La hipótesis de trabajo plantea que la distribución de *P. sapota* no es homogénea, sino que se estructura en regiones eco-climáticas diferenciadas, y que el cambio climático puede modificar la amplitud y ubicación de las zonas con adaptación buena a excelente para su cultivo en México.

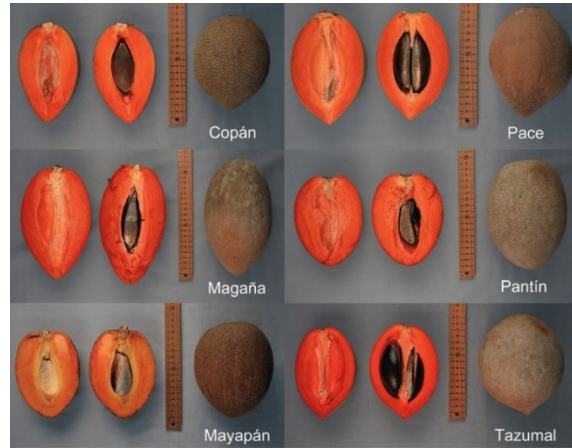


Figura.1 Comparativa filogenética del mamey

Metodología

El estudio se desarrolló como un análisis de gabinete basado en registros de presencia y modelación geoespacial. Las fuentes principales de información fueron los datos de pasaporte de proyectos registrados en la base de datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (SNIB-CONABIO), con 332 registros, y la base de datos Tropicos.org del Missouri Botanical Garden, con 63 registros adicionales. Estos datos permitieron localizar espacialmente accesiones o especímenes asociados con la presencia de *P. sapota* en México. Además, se incorporaron parámetros climáticos óptimos de la especie reportados en la base de datos Eco-Crop de la FAO.

Se realizaron dos análisis complementarios mediante SIG. El primero consistió en la estimación de la distribución natural y la caracterización eco-climática mediante el programa FloraMap 1.03. Este procedimiento generó mapas probabilísticos de distribución general y mapas asociados con grupos climáticos. Para ello se utilizaron variables climáticas de los sitios de colecta y se construyó un dendrograma de accesiones con condiciones ambientales similares. Los mapas fueron calculados sin ponderación diferencial de variables, por lo que todos los coeficientes climáticos tuvieron el mismo peso. La precipitación se transformó mediante el método Rain Power A con coeficiente de 0.5, con el propósito de equiparar su escala con la temperatura. Asimismo, se utilizaron seis componentes principales que explicaron 95.52 % de la varianza total, y se consideró una probabilidad mínima de 75 % para la localización de especímenes en los mapas probabilísticos.

El segundo análisis se realizó con DIVA-GIS versión 7.5 para modelar zonas climáticamente adecuadas mediante el modelo de adaptación Eco-Crop. Se construyeron dos escenarios: zonas potenciales actuales (ZPA) y zonas potenciales futuras (ZPF). Para las ZPA se emplearon datos climáticos acumulados de WorldClim correspondientes al periodo 1950-2000. Para las ZPF se usó un escenario de cambio climático basado en una simulación con duplicación de la concentración de CO₂ atmosférico, empleada en el modelo CCM3. La comparación entre ambos escenarios permitió identificar áreas estables, áreas con posible expansión y regiones de interés para conservación y aprovechamiento.

Los parámetros climáticos de entrada del modelo Eco-Crop incluyeron límites de temperatura y precipitación, así como el ciclo de crecimiento anual de la especie. Estos valores permitieron clasificar el territorio en categorías de adaptación, desde áreas no aptas hasta zonas con adaptación excelente. La información resultante se interpretó con base en regiones climáticas y entidades federativas, con énfasis en su posible utilidad para establecer bancos de germoplasma in vivo, huertas madre y parcelas de evaluación de materiales promisorios. Debe considerarse que los modelos usados incorporan principalmente temperatura y precipitación; por tanto, no sustituyen estudios locales de suelo, pendiente, manejo, disponibilidad hídrica, sanidad vegetal ni respuesta agronómica de genotipos específicos.

Tabla 1. Parámetros climáticos utilizados para alimentar el modelo Eco-Crop en zapote mamey.

Parámetro	Valor utilizado en el modelo
Temperatura de muerte	-2 °C
Temperatura mínima	15 °C
Temperatura mínima óptima	24 °C
Temperatura máxima óptima	30 °C
Temperatura máxima	36 °C
Precipitación mínima	800 mm
Precipitación mínima óptima	2,000 mm
Precipitación máxima óptima	3,300 mm
Precipitación máxima	4,000 mm
Ciclo de crecimiento	365 días

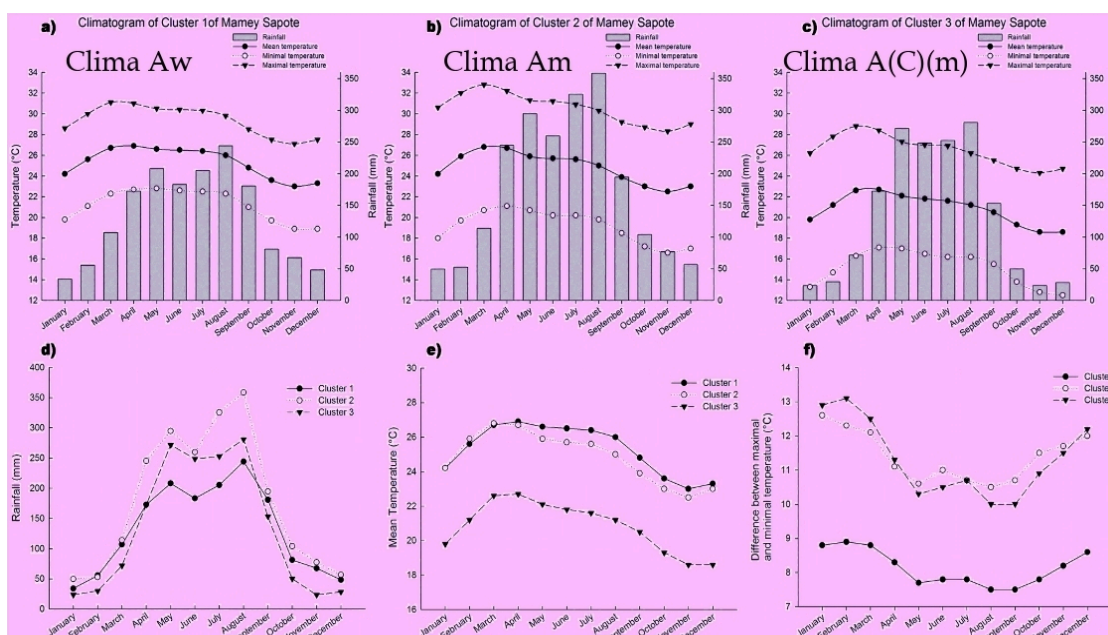


Figura.2 Parámetros climáticos del modelo Eco-Crop

Resultados y discusión

La distribución natural estimada indicó que el zapote mamey se encuentra asociado principalmente con zonas tropicales de México y con algunas áreas subtropicales. La integración de registros de presencia con variables climáticas permitió reconocer que la especie no se distribuye como un bloque ambiental único, sino que ocupa al menos tres regiones eco-climáticas. Esta diferenciación es relevante para la conservación y el

mejoramiento, porque sugiere que los materiales locales pueden estar adaptados a combinaciones distintas de temperatura, precipitación y estacionalidad.

Los grupos eco-climáticos identificados correspondieron a los climas Aw, Am y A(C)(m). El grupo Aw se asoció principalmente con la península de Yucatán, caracterizada por condiciones tropicales con estación seca marcada. El grupo Am correspondió a zonas del Golfo de México, donde la humedad es mayor y la estacionalidad de la lluvia difiere de la observada en regiones más secas. El grupo A(C)(m) se relacionó con áreas del norte del Golfo de México y de la costa del Pacífico, lo que indica la presencia de condiciones de transición o influencia subtropical en ciertos sitios de distribución. Esta estructura climática permite inferir la existencia de acervos adaptativos diferenciados, aunque su confirmación requiere estudios morfológicos, moleculares y agronómicos de mayor resolución.

La modelación de zonas potenciales actuales mostró que las áreas con adaptación excelente se ubican en regiones de la costa del Pacífico, el Golfo de México, la península de Yucatán y algunos puntos aislados de la cuenca del río Balsas. De manera específica, destacan Tabasco y la zona colindante con Campeche, la costa de Chiapas, varias regiones costeras de Guerrero y Jalisco, el occidente de Oaxaca y algunas zonas del sur de Veracruz. Estas áreas combinan condiciones térmicas y pluviométricas compatibles con los requerimientos de *P. sapota*, por lo que constituyen regiones prioritarias para la colecta de germoplasma, la validación de materiales élite y el establecimiento de huertas madre.

Bajo el escenario de cambio climático simulado hacia 2050, los modelos indicaron una posible ampliación de las regiones con adaptación excelente, principalmente en la cuenca del río Balsas y en el Golfo de México. Esta proyección sugiere que el incremento de temperatura y las modificaciones en los patrones de precipitación podrían favorecer la expansión potencial del cultivo en algunas regiones. No obstante, esta interpretación debe manejarse con cautela: una mayor aptitud climática modelada no necesariamente implica éxito productivo automático, ya que la disponibilidad de agua, el tipo de suelo, los eventos extremos, la incidencia de plagas, el manejo agronómico y la calidad genética del material vegetal también condicionan el rendimiento y la calidad del fruto.

La identificación de 15 entidades federativas con adaptación buena a excelente es especialmente importante para la planeación agrícola. Los estados señalados como potenciales son Tabasco, Chiapas, Veracruz, Guerrero, Campeche, Jalisco, Oaxaca, Nayarit, Quintana Roo, Colima, Michoacán, Morelos, Puebla, San Luis Potosí e Hidalgo. Algunas de estas entidades ya participan en la producción nacional, mientras que otras representan áreas de expansión potencial o sitios donde podrían establecerse colecciones de evaluación. En términos de recursos fitogenéticos, esta información permite priorizar regiones para buscar materiales con tolerancia a estrés hídrico, adaptación a climas húmedos, resistencia a plagas o enfermedades, productividad superior y atributos de calidad de fruto.

La utilidad de los mapas no se limita a la expansión agrícola. También son herramientas de conservación. En especies nativas, el mejoramiento debe iniciar con una base amplia de diversidad genética; por ello, conocer las regiones eco-climáticas permite diseñar estrategias de colecta que no sobre-representen una zona y descuiden otras. Si los materiales de clima Aw, Am y A(C)(m) poseen respuestas adaptativas distintas, los bancos de germoplasma y parcelas de evaluación deberían incluir accesiones de las tres regiones. Esto ayudaría a evitar cuellos de botella genéticos y facilitaría la selección de cultivares específicos para ambientes contrastantes.

Desde una perspectiva productiva, la variabilidad generada por la propagación sexual del zapote mamey puede ser vista como un problema comercial y, al mismo tiempo, como una oportunidad de mejoramiento. La falta de homogeneidad dificulta la estandarización de la fruta para mercado, pero también ofrece una reserva de características útiles para seleccionar árboles sobresalientes. El uso de SIG permite orientar la búsqueda de

germoplasma hacia sitios con condiciones ambientales contrastantes, aumentando la probabilidad de encontrar materiales con rasgos agronómicos valiosos. Posteriormente, estos materiales tendrían que evaluarse mediante descriptores morfológicos, análisis de calidad de fruto, pruebas de poscosecha, propagación vegetativa y ensayos multiambientales.

La discusión de estos resultados se vincula con una pregunta estratégica: ¿dónde conviene conservar, evaluar y producir zapote mamey en México? La respuesta no debe basarse únicamente en la presencia histórica de la especie, sino en la integración de presencia, clima, diversidad genética, viabilidad productiva y escenarios futuros. Las zonas potenciales actuales pueden orientar la consolidación de huertas madre y bancos de germoplasma, mientras que las zonas potenciales futuras ayudan a anticipar regiones donde el cultivo podría ganar importancia. Esta aproximación fortalece la toma de decisiones para programas de conservación, extensionismo, innovación agrícola y desarrollo regional.

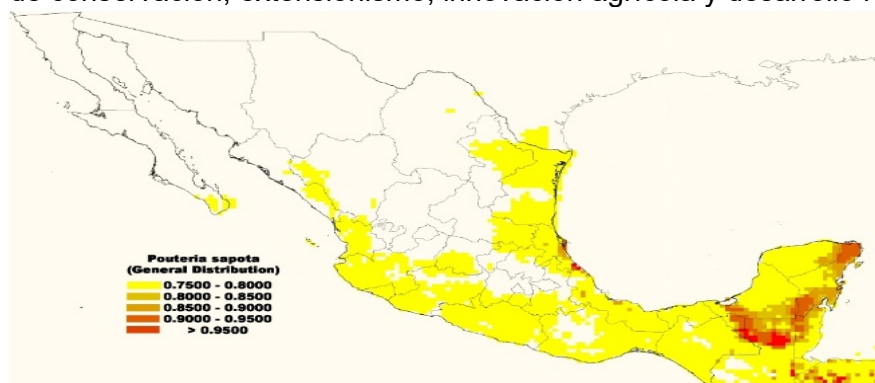


Figura. 3 Mapa geo-climático

Tabla 2. Síntesis de las principales regiones eco-climáticas y zonas potenciales identificadas para zapote mamey en México.

Componente analizado	Resultado principal	Implicación para conservación o producción
Distribución natural	Presencia en la mayoría de zonas tropicales y en algunas subtropicales de México.	Permite focalizar la exploración de germoplasma y validar sitios históricos de presencia.
Región eco-climática Aw	Asociada principalmente con la península de Yucatán.	Relevante para seleccionar materiales adaptados a climas tropicales con estacionalidad seca.
Región eco-climática Am	Asociada con el Golfo de México.	Prioritaria para evaluar materiales de ambientes tropicales húmedos.
Región eco-climática A(C)(m)	Asociada con el norte del Golfo de México y la costa del Pacífico.	Útil para identificar materiales de transición climática o adaptación subtropical.
Zonas potenciales actuales	Adaptación excelente en costa del Pacífico, Golfo de México, península de Yucatán y cuenca del Balsas.	Orienta bancos de germoplasma, huertas madre y parcelas de evaluación.
Zonas potenciales futuras	Posible ampliación de áreas aptas hacia 2050 en la cuenca del Balsas y Golfo de México.	Apoya la planeación territorial ante escenarios de cambio climático.

En conjunto, los resultados muestran que el zapote mamey posee un potencial territorial mayor al que reflejan las zonas de producción más tradicionales. La posibilidad de adaptación buena a excelente en 15 entidades federativas abre una agenda de trabajo para validar materiales, establecer ensayos de adaptación, evaluar productividad y generar estrategias de mercado diferenciadas. Para que esta expansión sea sostenible, debe acompañarse de conservación de diversidad genética, propagación de materiales

superiores, capacitación técnica, manejo poscosecha y articulación con productores locales.

Asimismo, la modelación eco-climática permite anticipar escenarios donde el cambio climático no necesariamente reduciría la aptitud del cultivo en México, sino que podría desplazar o ampliar algunas áreas favorables. Sin embargo, esta aparente ventaja debe analizarse junto con riesgos climáticos asociados, como sequías prolongadas, lluvias extremas, variación en la fenología, presión de plagas y cambios en la disponibilidad de polinizadores. Por ello, la modelación debe entenderse como una herramienta de priorización, no como una recomendación definitiva de establecimiento sin validación de campo.

Finalmente, la caracterización eco-climática aporta una base objetiva para fortalecer el aprovechamiento de una especie nativa con alto valor gastronómico, nutrimental y económico. El zapote mamey puede integrarse a estrategias de diversificación frutícola, conservación in vivo y desarrollo de productos regionales. Para lograrlo, será indispensable articular la información climática con inventarios de germoplasma, estudios de variabilidad genética, evaluación de calidad de fruto, propagación clonal, manejo agronómico y análisis de mercado. De esta manera, la especie puede pasar de ser un recurso subutilizado a un componente estratégico de la fruticultura tropical mexicana.

Conclusiones

El análisis permitió reconocer que la distribución del zapote mamey en México se asocia principalmente con zonas tropicales y algunas subtropicales, organizadas en tres regiones eco-climáticas: Aw, Am y A(C)(m). Esta diferenciación indica que la especie posee una base adaptativa diversa y que los programas de conservación, colecta y evaluación deben considerar la representación de materiales provenientes de cada región climática.

Las zonas potenciales actuales con adaptación excelente se ubican principalmente en la costa del Pacífico, el Golfo de México, la península de Yucatán y algunos puntos de la cuenca del río Balsas. Estas regiones constituyen áreas prioritarias para establecer bancos de germoplasma in vivo, huertas madre y parcelas de evaluación, así como para seleccionar genotipos con atributos productivos y de calidad de fruto.

El escenario futuro de cambio climático sugiere una posible ampliación de las áreas con adaptación favorable, especialmente en la cuenca del río Balsas y el Golfo de México. En total, se reconoce potencial de adaptación buena a excelente en 15 entidades federativas, lo que ofrece oportunidades para fortalecer el cultivo del zapote mamey en México. No obstante, la validación local de los modelos es indispensable antes de promover nuevas zonas de cultivo, debido a la influencia de suelo, agua, manejo, sanidad vegetal y calidad genética del material propagado.

Agradecimientos

A la Universidad de Guanajuato por el apoyo institucional y por el impulso a los trabajos orientados al estudio, conservación y aprovechamiento de recursos fitogenéticos mexicanos. Se reconoce también la importancia de las bases de datos nacionales e internacionales que permiten integrar información de presencia, clima y distribución para especies frutales nativas.

Referencias Bibliográficas

- Alia-Tejagal, I., Soto-Hernández, R. M., Colinas-León, M. T., & Martínez-Damián, M. T. (2005). Análisis preliminar de carotenoides y compuestos fenólicos en frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 11(2), 225-231.

- Balerdi, C. F., & Crane, J. H. (2015). *El mamey sapote en Florida*. University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences Extension.
- Cázares-Sánchez, E., Núñez-Colín, C. A., Domínguez-Álvarez, J. L., Luna-Morales, C. C., Rojas-Martínez, R. I., & Segura-Ledesma, S. (2010). Potential biogeographic distribution of guava (*Psidium guajava* L.) in Mexico. *Acta Horticulturae*, 849, 55-62. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.849.5>
- Govindasamy, B., Duffy, P. B., & Coquard, J. (2003). High-resolution simulations of global climate, part 2: effects of increased greenhouse gases. *Climate Dynamics*, 21(5), 391-404. <https://doi.org/10.1007/s00382-003-0340-6>
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G., & Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25(15), 1965-1978. <https://doi.org/10.1002/joc.1276>
- Hijmans, R. J., Guarino, L., Cruz, M., & Rojas, E. (2001). Computer tools for spatial analysis of plant genetic resources data: 1. DIVA-GIS. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 127, 15-19.
- Jones, P. G., & Gladkov, A. (1999). *FloraMap: A computer tool for predicting the distribution of plants and other organisms in the wild, version 1.0*. Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Jones, P. G., Guarino, L., & Jarvis, A. (2002). Computer tools for spatial analysis of plant genetic resources data: 2. FloraMap. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 130, 1-6.
- Newman, M. F. (2008). *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán: Sapotaceae Juss.* Universidad Nacional Autónoma de México.
- Núñez-Colín, C. A., Alía-Tejacal, I., Villarreal-Fuentes, J. M., Escobedo-López, D., Rodríguez-Núñez, J. R., & Peña-Caballero, V. (2017). Distribución, caracterización eco-climática y zonas potenciales de cultivo del zapote mamey en México. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 23(2), 75-88. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2016.05.014>
- Pennington, T. D., & Sarukhán-Kermez, J. (2005). *Árboles tropicales de México: manual para la identificación de las principales especies*. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica.
- Rajan, S., Yadava, L. P., Kumar, R. A. M., & Saxena, S. K. (2007). GIS based diversity analysis of guava growing distribution in Uttar Pradesh. *Acta Horticulturae*, 735, 109-113. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.735.14>
- Villarreal-Fuentes, J. M., Alía-Tejacal, I., Hernández, E., Pelayo-Zaldivar, C., & Franco-Mora, O. (2015). Caracterización poscosecha de selecciones de zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn) procedentes del Soconusco, Chiapas. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2(5), 217-224.
- Villegas-Monter, A., & Granados-Friely, J. C. (2012). Conservación y aprovechamiento de los recursos fitogenéticos en las sapotáceas. En S. Espinosa-Zaragoza, A. Villegas-Monter, C. H. Avendaño-Arzate, O. López-Báez, J. L. Moreno-Martínez, & M. G. Salgado-Mora (Eds.), *Zapote mamey y otras sapotáceas* (pp. 39-68). Universidad Autónoma de Chiapas-Editorial Ambiente.

Arboretum de sapotáceas: colección viva y organizada como infraestructura científica

Silvia Evangelista-Lozano, Tomás Rodríguez García, José Fernando Pérez Barcena. Centro de Desarrollo de Productos Bióticos-Instituto Politécnico Nacional, sevangel@ipn.mx

Resumen

Las sapotáceas constituyen un grupo de árboles tropicales de alto valor alimentario, ecológico, cultural y científico; sin embargo, varias de sus especies enfrentan presión por cambio de uso del suelo, fragmentación del hábitat y pérdida de variabilidad genética. Este trabajo presenta la propuesta del Arboretum de Sapotáceas del CEPROBI-IPN como una colección viva organizada para conservación ex situ, investigación, docencia y divulgación. A partir de la revisión conceptual de los arboreta, la selección de un sitio de 1,300 m², la preparación del suelo, la selección de especies locales, la señalización educativa, el riego, mantenimiento y registro fenológico, se plantea una infraestructura científica orientada a resguardar germoplasma vivo de especies como *Sideroxylon capiri*, *Sideroxylon palmeri*, *Pouteria campechiana* y *Manilkara zapota*. El arboretum permitirá articular conservación, investigación aplicada y formación de recursos humanos.

Palabras clave: colecciones vivas; germoplasma forestal; recursos fitogenéticos; educación ambiental; resiliencia climática.

Introducción

Un arboretum, del latín arbor, árbol, puede definirse como una colección viva de árboles y plantas leñosas organizada con fines educativos, científicos, estéticos y de conservación. A diferencia de una plantación convencional, un arboretum no se limita a mantener

individuos vegetales en un espacio abierto; su valor radica en que cada ejemplar forma parte de una colección documentada, identificada, manejada y disponible para observación, estudio, propagación, monitoreo y divulgación. Por ello, los arboreta son considerados laboratorios vivos que integran investigación, conservación de biodiversidad, educación ambiental y vinculación social (ArbNet, s. f.; Oldfield & Newton, 2012).



Figura.1 Frutos de *Sideroxylon capiri* estudiado en CEPROBI

La relevancia de estos espacios aumenta cuando se orientan a familias botánicas con valor alimentario, ecológico y cultural. La familia *Sapotaceae* agrupa árboles y arbustos tropicales y subtropicales, muchos de ellos productores de frutos comestibles, madera, látex, aceites, compuestos bioactivos y recursos para la fauna silvestre. Entre las especies de interés regional y nacional se encuentran el zapote amarillo o canistel (*Pouteria campechiana*), el chicozapote (*Manilkara zapota*), el capiri (*Sideroxylon capiri*) y el tempesquistle (*Sideroxylon palmeri*), especies que poseen importancia por su potencial alimentario, nutracéutico, forestal, ecológico y como reservorios de variabilidad genética.

Las sapotáceas se desarrollan principalmente en ambientes tropicales y subtropicales, muchos de los cuales han sido sometidos a cambio de uso del suelo, fragmentación, presión urbana, extracción selectiva, pérdida de polinizadores, disminución de dispersores y alteración de los ciclos de lluvia. En este escenario, la conservación in situ en los hábitats naturales continúa siendo prioritaria, pero debe complementarse con estrategias *ex situ*

que aseguren el mantenimiento de germoplasma vivo, especialmente cuando las semillas de ciertas especies presentan comportamiento recalcitrante o baja tolerancia al almacenamiento convencional. La conservación *ex situ* permite mantener material vegetal disponible para investigación, restauración, propagación, reintroducción y fortalecimiento de poblaciones silvestres (BGCI, 2012; FAO, 2014). Un arboretum especializado en sapotáceas puede funcionar como banco de germoplasma vivo, jardín científico, espacio de docencia, colección fenológica, reservorio de semillas frescas, sitio de prácticas escolares y núcleo para la investigación aplicada. Su organización facilita registrar el origen del material vegetal, evaluar el crecimiento, documentar la floración y fructificación, observar interacciones bióticas, estudiar la adaptación a condiciones locales y promover el aprovechamiento sustentable de especies nativas. Además, al incluir señalización educativa y recorridos interpretativos, el arboretum se convierte en un puente entre la investigación científica y la sociedad.

En el Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del Instituto Politécnico Nacional (CEPROBI-IPN) se han desarrollado investigaciones sobre sapotáceas relacionadas con compuestos bioactivos, carotenoides, fitohormonas asociadas con germinación, análisis químico proximal de semillas y pulpa, variación morfológica de frutos, época de cosecha y producción de etileno y dióxido de carbono durante la maduración. Estos antecedentes justifican la consolidación de una colección viva organizada que permita articular las líneas de investigación existentes con una infraestructura permanente para conservación, experimentación y formación de recursos humanos.

El objetivo de este trabajo es presentar el Arboretum de Sapotáceas como una colección viva y organizada que funcione como infraestructura científica para la conservación *ex situ*, investigación, docencia, divulgación y aprovechamiento sustentable de especies nativas y de interés alimentario dentro del contexto del CEPROBI-IPN.

Metodología

El trabajo se estructuró como una propuesta técnico-académica de diseño, establecimiento y aprovechamiento científico de un arboretum especializado en sapotáceas. Se integraron elementos conceptuales sobre la función de los arboreta, información botánica general de la familia *Sapotaceae*, antecedentes de investigación desarrollados en el CEPROBI-IPN y criterios operativos para la instalación de una colección viva. La propuesta considera un área aproximada de 1,300 m², destinada a la plantación, manejo, observación y registro de especies seleccionadas.

El diseño del arboretum se organizó en seis componentes: selección del sitio, preparación del suelo, selección de especies locales, señalización educativa, riego y mantenimiento, y registro fenológico. La selección del sitio consideró disponibilidad de espacio, accesibilidad para prácticas escolares y recorridos de divulgación, posibilidad de riego y monitoreo, así como condiciones adecuadas para el establecimiento de especies tropicales y subtropicales. La preparación del suelo incluyó limpieza del área, acondicionamiento físico, mejora de la aireación, manejo de materia orgánica y delimitación de espacios de plantación.

La selección de especies priorizó sapotáceas nativas o de interés regional, con valor alimentario, ecológico, científico o educativo. Se consideraron especies estudiadas o relevantes para las líneas de trabajo del CEPROBI-IPN, particularmente *Sideroxylon capiri*, *Sideroxylon palmeri*, *Pouteria campechiana* y *Manilkara zapota*. Esta selección permite representar diferentes tipos de fruto, formas de crecimiento, usos potenciales y respuestas fenológicas, además de servir como base para actividades de propagación y conservación.



Figura 2. Muestra del arboretum de Sapotáceas

Tabla 1. Componentes técnicos propuestos para el diseño y funcionamiento del Arboretum de Sapotáceas

Componente	Descripción operativa	Utilidad científica y educativa
Selección del sitio	Área aproximada de 1,300 m ² con accesibilidad, disponibilidad de manejo y potencial para recorridos.	Permite establecer una colección permanente, observable y vinculada con actividades de docencia y divulgación.
Preparación del suelo	Limpieza, acondicionamiento, delimitación de cepas, incorporación de materia orgánica y mejora de estructura.	Favorece el establecimiento inicial, reduce mortalidad y permite comparar el desempeño de especies bajo condiciones controladas.
Selección de especies	Priorización de sapotáceas nativas o regionales con valor alimentario, ecológico y de investigación.	Asegura representatividad taxonómica y disponibilidad de material vegetal para estudios morfológicos, fisiológicos y de propagación.
Señalización educativa	Placas con nombre común, nombre científico, origen, usos y relevancia ecológica.	Facilita la apropiación social del conocimiento, las prácticas escolares y la interpretación ambiental.
Mantenimiento y riego	Riego de establecimiento, control de maleza, monitoreo fitosanitario, reposición y poda sanitaria.	Mantiene la viabilidad de la colección y genera experiencia técnica para manejo de especies leñosas tropicales.
Registro fenológico	Seguimiento de crecimiento, brotación, floración, fructificación, maduración e interacciones bióticas.	Produce datos longitudinales para investigación, selección de materiales y análisis de adaptación.

La señalización educativa se planteó como un componente central del arboretum. Cada ejemplar o grupo de ejemplares deberá contar con información básica: nombre común, nombre científico, familia botánica, origen o procedencia del material, distribución, usos conocidos, estado fenológico y relevancia ecológica. Esta información facilita que estudiantes, visitantes, productores e investigadores comprendan la importancia de las sapotáceas y su papel dentro de los sistemas tropicales.

El riego, mantenimiento y registro fenológico se concibieron como actividades permanentes. El manejo incluye riego durante el establecimiento, control de maleza, poda sanitaria, monitoreo de plagas y enfermedades, reposición de plantas y seguimiento del desarrollo vegetativo. El registro fenológico comprende observaciones periódicas de brotación, floración, fructificación, caída de hojas, maduración de frutos, presencia de polinizadores, dispersores, herbivoría y otros eventos biológicos relevantes. Estos datos permitirán convertir la colección en una fuente continua de información científica.

Resultados

La propuesta del Arboretum de Sapotáceas permite visualizar la colección viva como una infraestructura científica de uso múltiple. Su primer resultado es la definición de un espacio organizado para conservar, estudiar y divulgar especies leñosas de la familia *Sapotaceae*. Esta organización convierte al arboretum en una herramienta de trabajo que supera el concepto ornamental del jardín, ya que integra criterios de identificación, documentación, conservación, investigación y formación.

Desde el punto de vista de conservación, el arboretum puede actuar como un banco de germoplasma vivo. Esta función es particularmente relevante para especies tropicales cuyas semillas pierden viabilidad cuando se someten a desecación o almacenamiento prolongado. En estos casos, mantener individuos vivos y reproductivos permite disponer de semillas



Figura.2 Frutos de *Sideroxylon palmeri* estudiado en CEPROBI

frescas, material vegetativo y observaciones fenológicas que no podrían obtenerse de manera constante en bancos convencionales de semillas. Además, la colección puede albergar individuos de distinta procedencia geográfica, aumentando la posibilidad de conservar variabilidad genética útil para restauración, selección y mejoramiento.

Desde el punto de vista científico, el arboretum ofrece condiciones para realizar estudios de crecimiento, adaptación climática, sanidad vegetal, fenología, polinización y producción de frutos. Al mantener ejemplares identificados y monitoreados (Figura 3), se pueden desarrollar registros longitudinales que permitan reconocer patrones de brotación, floración, fructificación y maduración. Asimismo, la observación de visitantes florales (polinizadores), dispersores, herbívoros y otros organismos asociados puede aportar información sobre interacciones ecológicas clave para la reproducción y permanencia de las sapotáceas.

Elemento de la etiqueta	Información
Nombre de la especie	Capiri
Nombre común	Árbol de tempisque, danto amarillo, capiri
Nombre científico	<i>Sideroxylon capiri</i>
Origen	Originario de México y Centroamérica.
Usos	Es una especie que pertenece a la familia Sapotaceae. Las hojas y los frutos son consumidos y utilizados comúnmente como condimentos en guisados. Los frutos son dulces y se consumen crudos o cocidos; también se utilizan para preparar jaleas.
Importancia forrajera	Las hojas son un excelente alimento para el ganado debido al contenido nutrimental que presentan.
Uso medicinal tradicional	La corteza de este árbol es utilizada tradicionalmente para tratar enfermedades del riñón.

Figura 3. Modelo de etiqueta que se ha colocado en cada árbol que ya forma parte del arboretum

Desde el punto de vista educativo, la colección permite incorporar prácticas escolares y experiencias de aprendizaje basadas en observación directa. Los estudiantes pueden reconocer estructuras vegetativas y reproductivas, comparar especies, medir variables de crecimiento, registrar fenología, analizar servicios ecosistémicos y vincular la botánica con la nutrición, la biotecnología, la conservación y la tecnología de alimentos. La señalización educativa favorece el aprendizaje autónomo y convierte el espacio en un recurso de divulgación para visitantes no especializados.

Las especies prioritarias integran diferentes posibilidades de investigación. *Pouteria campechiana* es relevante por su fruto de pulpa amarilla, su potencial alimentario, el estudio de carotenoides, la variación morfológica y los procesos de germinación y maduración. *Sideroxylon capiri* y *Sideroxylon palmeri* aportan interés ecológico, forestal y alimentario regional, además de posibilidades para estudios de fruto, semilla y composición proximal. *Manilkara zapota* representa una especie emblemática por su historia de uso, producción de fruto y valor cultural en regiones tropicales de México. En conjunto, estas especies permiten construir una colección con sentido taxonómico, ecológico, productivo y educativo.

Tabla 2. Especies de sapotáceas consideradas prioritarias para la colección viva del CEPROBI-IPN.

Especie prioritaria	Nombre común asociado	Relevancia para el arboretum
<i>Sideroxylon capiri</i>	Capiri	Especie leñosa de interés regional; útil para estudios de fruto, semilla, composición proximal, propagación y conservación de germoplasma.
<i>Sideroxylon palmeri</i>	Tempesquistle	Recurso nativo con valor alimentario y ecológico; permite evaluar fenología, cosecha de frutos, variación morfológica y adaptación local.
<i>Pouteria campechiana</i>	Zapote amarillo o canistel	Especie prioritaria por su potencial alimentario, pigmentos, compuestos bioactivos, germinación, maduración y desarrollo de productos funcionales.
<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	Árbol tropical de alto valor cultural y alimentario; aporta representatividad de <i>Sapotaceae</i> y potencial para docencia y divulgación.
<i>Pouteria sapota</i>	Mamey, Zapote mamey	Tropical de alto valor cultural y alimentario; con mayor comercialización entre las Sapotáceas, los ejemplares son segunda generación, proveniente de semilla

Los servicios ecosistémicos asociados con la colección representan otro resultado relevante. Las sapotáceas pueden contribuir a la captura de carbono, regulación microclimática, conservación de suelo, provisión de refugio y alimento para fauna, mantenimiento de polinizadores y enriquecimiento de la biodiversidad local. Aunque estos servicios requieren mediciones específicas para ser cuantificados, su identificación permite orientar futuras investigaciones sobre el papel de árboles frutales nativos en espacios institucionales y sistemas agroecológicos.

La propuesta también fortalece el vínculo con líneas de investigación existentes en el CEPROBI-IPN. La colección puede apoyar estudios de identificación de compuestos bioactivos, determinación de carotenoides, análisis químico proximal de semillas y pulpa, evaluación de fitohormonas relacionadas con germinación, caracterización morfológica de frutos, época de cosecha y metabolismo poscosecha. Así, el arboretum no solo conserva plantas vivas, sino que crea condiciones para nuevas preguntas de investigación, tesis, prácticas, proyectos interinstitucionales y estrategias de aprovechamiento sustentable.

Finalmente, el arboretum puede contribuir a la sensibilización pública. Al presentar especies nativas con información clara, accesible y científicamente fundamentada, el espacio puede mostrar que los árboles frutales tropicales no son únicamente recursos alimentarios, sino componentes esenciales de la biodiversidad, la cultura biocultural, la seguridad alimentaria y la resiliencia climática. Esta función es congruente con la visión de los jardines botánicos y arboreta como instituciones que integran conservación, investigación, educación y participación social (BGCI, s. f.; Oldfield & Newton, 2012).

Tabla 3. Líneas de investigación y docencia que pueden fortalecerse mediante el Arboretum de Sapotáceas.

Línea de trabajo vinculada	Aplicación dentro del arboretum
Compuestos bioactivos y carotenoides	Disponibilidad de frutos y tejidos vegetales para análisis fitoquímicos, nutricionales y funcionales.
Germinación y propagación	Obtención de semillas frescas, evaluación de emergencia, vigor, crecimiento inicial y efecto de tratamientos pregerminativos.
Fenología y maduración	Registro de floración, fructificación, cosecha, cambios de color, madurez fisiológica y madurez de consumo.
Interacciones ecológicas	Observación de polinizadores, dispersores, herbivoría, plagas, enfermedades y respuesta de las plantas a estrés.
Docencia y divulgación	Prácticas escolares, recorridos interpretativos, señalización educativa y formación de recursos humanos.

Conclusiones

El Arboretum de Sapotáceas representa una infraestructura científica estratégica para el CEPROBI-IPN, ya que integra conservación ex situ, investigación aplicada, docencia, divulgación y aprovechamiento sustentable de especies nativas. Su establecimiento permitirá conservar germoplasma vivo, mantener ejemplares identificados, generar información fenológica, apoyar estudios de propagación y fortalecer líneas de investigación sobre frutos tropicales, compuestos bioactivos, maduración, variación morfológica y servicios ecosistémicos.

La organización de la colección en un área aproximada de 1,300 m², acompañada de preparación del suelo, selección de especies locales, señalización educativa, riego, mantenimiento y monitoreo fenológico, proporciona una base operativa para convertir el espacio en un laboratorio vivo. Las especies *Sideroxylon capiri*, *Sideroxylon palmeri*, *Pouteria campechiana*, *Pouteria sapota* y *Manilkara zapota* constituyen materiales prioritarios por su valor alimentario, ecológico, cultural y científico.

La propuesta contribuye a visibilizar la importancia de las sapotáceas como recursos fitogenéticos de interés para la alimentación, la conservación de biodiversidad y la formación de capacidades. Asimismo, permite construir un modelo replicable de colección viva especializada, capaz de vincular investigación institucional con educación ambiental y conservación de especies tropicales en un contexto de cambio climático y pérdida de hábitat.

Agradecimientos

Se agradece al Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del Instituto Politécnico Nacional, al comité organizador del 3.er Coloquio de Sapotáceas y a las personas que han contribuido al estudio, propagación, conservación y valorización de las especies de la familia *Sapotaceae* en el ámbito académico y regional.

Referencias Bibliográficas

- ArbNet. (s. f.). What is an arboretum? <https://arbnet.org/about/what-is-an-arboretum/>
- Botanic Gardens Conservation International. (2012). International agenda for botanic gardens in conservation (2nd ed.). Botanic Gardens Conservation International.
- Botanic Gardens Conservation International. (s. f.). Botanic gardens and plant conservation. <https://www.bgci.org/about/botanic-gardens-and-plant-conservation/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2014). Genebank standards for plant genetic resources for food and agriculture. FAO.
- Oldfield, S., & Newton, A. C. (2012). Integrated conservation of tree species by botanic gardens: A reference manual. Botanic Gardens Conservation International.
- Pennington, T. D. (1991). The genera of *Sapotaceae*. Royal Botanic Gardens, Kew; New York Botanical Garden.
- Pennington, T. D., & Sarukhán, J. (2005). Árboles tropicales de México: Manual para la identificación de las principales especies (3.a ed.). Universidad Nacional Autónoma de México; Fondo de Cultura Económica.

DIRECTORIO

Dra. Kalina Bermúdez Torres

Directora del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos - IPN

Dra. Arianna Michelle Hernández Sánchez

Subdirectora Académica

M. en A.G.I.E. Miriam Teresa Vázquez Galicia

Subdirectora de Servicios Educativos e Integración Social

C.P. Amado Rodríguez López

Subdirector Administrativo

Dirección del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos

Ctra. Yautepec-Jojutla, Km.6, calle CEPROBI No. 8, Col. San Isidro, Yautepec, Morelos. México C.P. 62739. Tels. (735) 3942020 , (735) 3941896, Red IPN (55) 57296000 Ext. 82500, 82560, 82505. Correo electrónico: ceprobi@ipn.mx / www.ceprobi.ipn.mx

Agradecemos a todos los participantes, ponentes y organizadores por su dedicación y esfuerzo, que hicieron posible el éxito de este evento.

Los esperamos en el Coloquio de Sapotáceas 2027

Atentamente,

**Comité Organizador del
Coloquio de Sapotáceas 2026**