

PLANTAS, CULTURA Y SOCIEDAD
ESTUDIO SOBRE LA RELACIÓN ENTRE SERES HUMANOS Y
PLANTAS EN LOS ALBORES DEL SIGLO XXI

Editores

Beatriz Rendón Aguilar

Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa

Silvia Rebollar Domínguez

Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa

Javier Caballero Nieto

Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México

Miguel Angel Martínez Alfaro

Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México

Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Iztapalapa

Secretaría del Medio Ambiente,
Recursos Naturales y Pesca

2001

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Rector General

Dr. José Luis Gázquez Mateos

Unidad Iztapalapa

Rector

Dr. Luis Mier y Terán Casanueva

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Director

Dr. Gerardo Saucedo Castañeda

Jefe del Departamento de Biología

Biól. Marco Aurelio Pérez Hernández

Primera edición, 2001

ISBN: 970-654-782-7

Derechos Reservados © 2001, UAM-I

San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Iztapalapa

México, D. F., 09340

Diseño y portada

Carmen Carolina Delgadillo Espinoza

Víctor Hugo Alcalá Benítez

Ilustraciones

Víctor Hugo Alcalá Benítez

Esta publicación no puede ser reproducida, ni total ni parcialmente, registrada en o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o cualquier otro, sin el permiso previo, por escrito, de la editorial.

Impreso y hecho en México

Printed and made in Mexico

CONTENIDO

Presentación.....	17
Agradecimientos.....	21
Prólogo.....	23

LAS PLANTAS MEDICINALES

Efecto tóxico de sustancias presentes en plantas alimenticias. <i>Alejandro Hernández Rodríguez.....</i>	31
El comercio de plantas medicinales: algunos rasgos significativos en el centro de México. <i>Paul Hersch-Martínez y Andrés Fierro.....</i>	53

EL MANEJO DE LA BIODIVERSIDAD POR LAS POBLACIONES INDÍGENAS

Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México. <i>Javier Caballero y Laura Cortés.....</i>	79
Agroecosistemas de la Sierra Norte de Puebla: su delimitación espacial y temporal. <i>Miguel Ángel Martínez Alfaro.....</i>	101
Silvicultura y domesticación de plantas en Mesoamérica. <i>Alejandro Casas.....</i>	123

Asignación de biomasa en tres colectas de amaranto (<i>Amaranthus</i> spp.) con diferente grado de manejo. <i>Cristina Mapes Sánchez</i>	159
--	-----

APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS VEGETALES

Desarrollo forestal comunitario. El caso del Proyecto de Conservación y Manejo Sustentable de Recursos Forestales en México (PROCYMAF). <i>Gerardo Segura Warnholtz y Esteban García-Peña</i>	189
--	-----

Etnobotánica médica y desarrollo sustentable: el caso del ICBG-Maya en Los Altos de Chiapas. <i>Brent Berlin, E. A. Berlin, L. García, M. González, D. Puett y R. Nash</i>	221
---	-----

Contribuciones al conocimiento y manejo campesino de los palmares de <i>Brahea dulcis</i> (HBK) Mart. en la región de Chilapa, Guerrero. <i>Catarina Illsley G., Jasmine Aguilar, Jorge Acosta G., Jorge García B., Tonantzin Gómez A y Javier Caballero</i>	259
---	-----

Manejo y evaluación económica de una especie arbórea de la selva tropical: el «mamey» (<i>Pouteria sapota</i>). <i>Martin Ricker</i>	287
---	-----

EPÍLOGO

El papel de la Etnobotánica y la Botánica Económica en la conservación, uso y manejo de la biodiversidad en el Siglo XXI <i>Beatriz Rendón Aguilar, Silvia Rebollar Domínguez y Marco Aurelio Pérez Hernández</i>	311
--	-----

MANEJO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA DE UNA ESPECIE ARBÓREA DE LA SELVA TROPICAL: EL «MAMEY» (*Pouteria sapota*)

Martin Ricker

*Jardín Botánico del Instituto de Biología,
Universidad Nacional Autónoma de México,
Apartado postal 70-614, Delegación Coyoacán,
México D. F. 04510 México
mricker@servidor.unam.mx*

Resumen

Pouteria sapota (Jacquin) H.E. Moore & Stearn («mamey», Sapotaceae) es un árbol nativo de la selva tropical. Se distribuye desde el sur de México hasta Nicaragua, y ha sido introducida a otros países. Los frutos son apreciados en el mercado nacional en México. Un estudio económico en la región de Los Tuxtlas (Veracruz) demostró que el valor comercial (valor presente neto) por plántula sembrada es positivo en un sistema de enriquecimiento. Sembrar 40-200 plántulas por hectárea dentro de la selva natural puede resultar en un sistema forestal con un valor comercial por encima de un pastizal de ganado. Al mismo tiempo, el sistema conserva la estructura básica de la selva natural. Dadas las características económicas favorables para el manejo de la selva, el trabajo presenta los diferentes aspectos de *Pouteria sapota*: (a) taxonomía y descripción botánica, (b) origen, distribución, y nombres indígenas, (c) aspectos ecológicos y genéticos, (d) manejo en vivero y propagación, y (e) plantación, fertilización y producción.

Abstract

Pouteria sapota (Jacquin) H.E. Moore & Stearn («mamey sapote», Sapotaceae) is a tropical rainforest tree, native from S-Mexico to Nicaragua. It has been introduced into other countries. The fruits are found in the Mexican national market. An economic study in the Los Tuxtlas region (Veracruz) showed that the commercial value (net present value) per planted seedling is positive in an enrichment system. Planting 40-



200 seedlings per hectare into the natural forest can result in a forest system with a commercial value higher than that of cattle pasture. At the same time, the system conserves the basic structure of the natural forest. Given the economically favorable features for forest management, this work presents the different aspects of *Pouteria sapota*: (a) taxonomy and botanical description, (b) origen, distribution, and common names, (c) ecological and genetic aspects, (d) nursery management and propagation, and (e) planting, fertilization and production.

Palabras clave: mamey, manejo, *Pouteria sapota*, valor económico, zapote

Key words: mamey, management, *Pouteria sapota*, economic value, zapote

En los últimos años se ha dado un creciente interés por aprovechar y conservar las selvas tropicales en México y en otros países. Con frecuencia se presentan puntos de vista extremos. Por un lado, los conservacionistas y ecologistas quisieran lograr la protección más amplia posible de la cobertura forestal. Por el otro lado, el sector industrial por mucho tiempo ha considerado que la selva no tiene un valor comercial, y en Latinoamérica se ha sustituido por pastizales para la ganadería (Repetto 1990; Dirzo y García 1991; Fernández et al. 1993; Cairns et al. 1995). Bajo este contexto, el presente trabajo considera las siguientes bases para el aprovechamiento y la conservación de la selva:

1) La selva natural tiene valor comercial limitado, ya que se presentan muchas especies vegetales en baja densidad y sin calidad uniforme en los productos como la madera, los frutos, y las plantas medicinales (Ricker y Daly 1998: 182-185). Es difícil encontrar los individuos de una especie de interés, y en los árboles altos resulta difícil cosechar frutos u hojas. La industria requiere lo contrario a lo que la diversidad biológica ofrece: alta cantidad de un producto con una calidad predeterminada.

2) Prácticamente ninguna comunidad humana se niega a participar en un desarrollo económico en que se intercambian productos industriales como radio, teléfono, máquinas domésticas, automóviles, y medicinas. Por el deseo de adquirir tales productos, es necesario desarrollar una industria que los produzca. Por otro lado, las personas tienen que ganar dinero para poder comprarlos. Ésto no implica que las comunidades indígenas abandonen su propio idioma y cultura, solamente que obtengan ingresos para poder participar en todos los mercados, incluso el internacional.



3) Para el manejo forestal hay que investigar cuáles son los productos y las formas de manejo que proporcionen ingresos monetarios. Muchas especies vegetales que emplea una comunidad indígena que vive en subsistencia, no sirven para la especialización en productos comerciales ya que los productos pueden ser obsoletos cuando se encuentran fuera del mercado local (por ejemplo, ciertas plantas medicinales o fibras para producir cuerdas).

4) Si bien es cierto que un propietario puede tener exclusivamente interés comercial por un bosque, la sociedad tiene que considerar el valor económico total. A pesar de las consideraciones anteriores, el valor económico total de una selva no consiste solamente en su valor comercial, sino también en su valor no-comercial. El valor no-comercial incluye bienes públicos que son consumidos por la sociedad en general, como el aspecto estético de un árbol de gran tamaño o un paisaje selvático, la apreciación de una alta diversidad biológica, o los servicios de la selva al filtrar el agua (Adger et al. 1995; Ricker y Daly 1998, capítulo 5.7).

Ibarra-Manríquez et al. (1997) analizaron el potencial comercial de las 860 especies de angiospermas nativas de la reserva de la Universidad Nacional Autónoma de México en Los Tuxtlas, a 30 kilómetros de Catemaco, en Veracruz. La vegetación de esta reserva cuenta con una extensión de 640 hectáreas de selva alta perennifolia. Fuera de las plantas con uso medicinal o químico, 91 especies (10.6%) se encontraron en el mercado, a las cuales se pueden añadir 72 especies (8.4%) con potencial para la comercialización. Sin embargo, solamente 22 especies se comercializan en otros países, y no todas se exportan desde México.

Una de las especies nativas de México, cuyos frutos comerciales se venden a nivel nacional y en otros países, es *Pouteria sapota* («mamey»). En la próxima sección se discuten las características económicas favorables de esta especie para el manejo de la selva. Después, el trabajo presenta los diferentes aspectos de *P. sapota* como estudio de caso: (a) taxonomía y descripción botánica, (b) origen, distribución, y nombres indígenas, (c) aspectos ecológicos y genéticos, (d) manejo en vivero y propagación, y (e) plantación, fertilización y producción.

UN ESTUDIO ECONÓMICO DE *Pouteria sapota* EN LA SELVA TROPICAL DE LOS TUXTLAS, VERACRUZ

Ricker et al. (1999a) estudiaron un sistema de enriquecimiento con plántulas de *Pouteria sapota* en Los Tuxtlas desde el punto de vista comercial (en español Ricker 2000). En este estudio, las plantaciones de enriquecimiento consisten en plantar y manejar árboles comercialmente valiosos dentro de la selva existente. El transplante de plántulas de *P. sapota* en la sombra de la selva es posible, dado que la especie se desarrolla bien abajo del dosel de la selva, óptimamente con una apertura del dosel de 60% (Ricker et al. 2000).

Aplicando un modelo para calcular el valor presente neto, Ricker et al. (1999a) determinaron el valor comercial esperado por plántula sembrada en MXP\$51.40 [pesos mexicanos] para producir los frutos de *Pouteria sapota* (US\$1 = MXP\$9-10 en 1999-2000). Ricker et al. (1999b) emplearon un modelo suponiendo otra curva de crecimiento, que les dio un valor comercial aún más alto.

En cualquiera de los casos, lo importante es que el valor presente neto es positivo para *Pouteria sapota*, lo que indica que se puede esperar que la siembra de plántulas de esta especie sea una inversión económicamente rentable desde el punto de vista comercial. Además, los análisis de sensibilidad en estos trabajos demuestran que no es probable obtener un valor presente neto negativo.

El valor de un pastizal de ganado (con vacas) en la región de Los Tuxtlas es de MXP\$2.000 a MXP\$10,000 por hectárea, y ésto también es aproximadamente su valor presente neto (Ricker y Daly 1998: 221-223). Para que un sistema de enriquecimiento sea competitivo con este valor, se tendrían que sembrar entre 40 y 200 plántulas de *Pouteria sapota* por hectárea ($2000 / 51.40 = 40$; $10,000 / 51.40 = 195$). La comparación es válida para dos situaciones diferentes. Primero, un propietario puede



poseer selva, la cual se podría enriquecer o convertir en pastizal. Para poder concluir que 40-200 plántulas de *P. sapota* logran que el enriquecimiento sea competitivo, uno tendría que suponer que los costos de la conversión de selva a pastizal (mano de obra, compra de semillas de pasto, alambre, y una vaca materna) y los beneficios (vender o usar madera existente) son iguales. Segundo, un propietario puede poseer un pastizal que puede mantener como tal o reforestar. En este caso, las vacas y la cerca existentes se podrían vender y así proporcionar un beneficio adicional. Es decir, aún menos plántulas de *P. sapota* por hectárea podrían hacer la reforestación competitiva.

Hay una variedad de posibilidades de aprovechamiento forestal, las extremas siendo la extracción de frutos silvestres de la selva natural por un lado, y el establecimiento de un monocultivo intensivo por el otro. Una producción comercial de frutos puede requerir una selección de árboles, injertación, poda y el desarrollo de una copa amplia en lugar de un tronco alto. De todos modos, es posible sembrar 40-200 plántulas de *Pouteria sapota* por hectárea dentro de un sistema de manejo forestal seminatural que conserva mucha biodiversidad. Observe que los cálculos incluyen una tasa anual de mortalidad esperada de 2%, así que cada año van a quedar menos árboles de los sembrados, es decir, cada año el bosque se vuelve más natural (a la edad de 30 años se espera que 55% de los árboles sembrados permanezcan).

Hay que destacar que el sistema de enriquecimiento con *Pouteria sapota* no propone sustituir repentinamente las otras actividades comerciales que los propietarios realizan en la actualidad (principalmente la ganadería). Más bien, para empezar se recomienda el enriquecimiento con *P. sapota* en islas de selva que todavía quedan, amenazadas por la expansión de los pastizales de ganado. Una vez que los campesinos empiezan a manejar estas islas de selva con un impacto moderado, entonces van a considerarlas valiosas, y van a estar interesados en conservarlas. Los proyectos piloto, en combinación con servicios de extensión y apoyo para la comercialización, deberían ser capaces de introducir y promover este tipo de manejo forestal.

Hay que destacar que *Pouteria sapota* se produce y consume en Florida (EUA), Filipinas e Indonesia (Oyen 1991: 259). Sin embargo, en México aún es una especie poco aprovechada. No existen esfuerzos organizados para su mejoramiento, propagación y comercialización. A continuación se proporciona una descripción de los aspectos relevantes de manejo de esta especie, que podría servir hasta cierto grado como promotora para combinar el aprovechamiento y la conservación de la selva tropical.

TAXONOMÍA Y DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Pouteria sapota pertenece a la familia botánica Sapotaceae. Esta familia es pantropical y tiene alrededor de 450 especies en el neotrópico, desde el sur de los Estados Unidos hasta Chile y Paraguay. Las especies son árboles o arbustos, principalmente de la selva tropical húmeda de baja elevación (Pennington 1990: 1).

Las especies frutales de sapotáceas más importantes desde el punto de vista comercial en México son *Pouteria sapota* («mamey», «zapote mamey») y *Manilkara zapota* (Linnaeus) van Royen («chicozapote», «sapodilla») (Coronel 1991; García et al. 1993). Además, hay una especie de alto interés comercial, introducida desde el Caribe a México, Centroamérica y el trópico en general. Esta especie es *Chrysophyllum cainito* Linnaeus («caimito») (De la Cruz 1991).

El género *Pouteria* tiene 188 especies en el neotrópico y alrededor de 150 especies en Asia tropical y la región del Pacífico. En México existen 10 especies (Pennington 1990): *Pouteria belizensis* (Standley) Cronquist, *P. campechiana* (Kunth) Baehni, *P. durlandii* (Standley) Baehni, *P. glomerata* (Miquel) Radlkofer, *P. reticulata* (Engler) Eyma, *P. rhyngocarpa* Pennington, *P. sapota* (Jacquin) H.E. Moore & Stearn, *P. squamosa* Cronquist, *P. torta* (Martius) Radlkofer, y *P. viridis* (Pittier) Cronquist. El nombre «sapote» o «zapote» aparentemente proviene del náhuatl «tsapotl», un término que designa a los frutos dulces (Mora et al. 1985: 77; Morton 1987: 398).



Los frutos de *Pouteria sapota* se encuentran prácticamente todo el año en los supermercados de la Ciudad de México, así como en los mercados de la calle. Además de tener frutos comestibles de alto valor comercial, *P. sapota* también suministra otros productos importantes. Es notable el uso de la grasa de su semilla para mejorar el cabello, y en productos de la industria farmacéutica. Tiene la reputación de poder prevenir la pérdida del cabello (Martínez 1996: 453). La madera se emplea en la construcción rural (Díaz y Huerta 1986; Pennington 1990: 65, 495).

La monografía taxonómica de la Flora Neotrópica de Pennington (1990) para la familia Sapotaceae aclaró mucha de la confusión taxonómica en esta familia. Por ejemplo, se confundieron *Pouteria sapota* y *Manilkara zapota* al llamar a las dos *Achras zapota* Linnaeus, a pesar de las claras distinciones taxonómicas en los árboles y frutos. Sinónimos de *P. sapota* que todavía se encuentran en la literatura son *Lucuma mammosa* (Linnaeus) C. F. Gaertner y *Calocarpum sapota* (Jacquin) Merrill (Pennington 1990: 493-494).

Pouteria sapota es un árbol de hasta 40 m de altura y un diámetro a la altura del pecho de más de 1 m. El tronco es derecho y puede presentar contrafuertes. La corteza externa es fisurada y se desprende en pedazos rectangulares, de color gris parda a morena, con un grosor de 10 a 20 mm. El árbol contiene látex. La madera es de color crema amarillento, con olor a almendras, y sin estructuras conspicuas. Las hojas están dispuestas en espiral, aglomeradas en las puntas de las ramas, simples, con láminas de 24 x 7.5 cm a 50 x 16 cm. Las flores son solitarias, aglomeradas en las axilas de hojas caídas, con pedúnculos de 2.5 a 3 mm de largo, y cáliz verde pardusco con numerosos sépalos obtusos. La corola es de color crema verdoso, de 7 a 8 mm de largo. Los frutos son bayas de hasta 20 cm de largo, ovoides, péndulos de las ramas nuevas, moreno rojizos y textura aspera. El mesocarpio es dulce, carnoso, de color naranja a rojo, con pequeñas cantidades de látex cuando está inmaduro. Generalmente contiene una semilla (a veces hasta 3) de hasta 10 cm de largo, elipsoide, y color negra a morena oscura (Pennington y Sarukhán 1998: 442).

ORIGEN, DISTRIBUCIÓN Y NOMBRES INDÍGENAS

La distribución original de *Pouteria sapota* no se puede establecer con certeza, dada su naturalización en muchas regiones. Probablemente es nativa del sur de México hasta Guatemala, Belice y el norte de Honduras, extendiéndose al bosque atlántico de Nicaragua. No parece ser nativa de Costa Rica y Panamá, donde es sustituida por *Pouteria viridis* (Pittier) Cronquist y *Pouteria fossicola* Cronquist, las cuales también presentan frutos comestibles apreciados (Pennington 1990: 494, 498, 500). En México, las zonas originales de distribución probablemente hayan sido el sur de Veracruz, Tabasco, y el norte de Chiapas (Pennington y Sarukhán 1998: 442). Sin embargo, hoy en día se encuentra en huertos de prácticamente todos los estados del sur de México.

Pouteria sapota es cultivada desde Florida (EUA) a Brasil y en el Caribe (Cuba), desde el nivel del mar hasta alrededor de 600 m.s.n.m. (Campbell y Lara 1982; Morton 1987: 398; Hoyos 1989: 299; Campbell 1994: 977). También ha sido introducida a las Filipinas, Indonesia, Malasia y Vietnam (Oyen 1991).

Los nombres comunes para *Pouteria sapota* son «grand sapotillier» (Haiti), «mamey» (en general), «mamey apple» (Belice), «mamey colorado» (en general), «mamey de tierra» (Panamá), «mamey mata serrana» (Ecuador), «mammee sapota» (Jamaica), «zapote colorado» (Honduras), «zapote de montaña» (Guatemala), y «zapote mamey» (en general) (Pennington 1990: 495). En EUA se llama «mamey sapote» (Ogden et al. 1984) o simplemente «sapote» (Morton 1987). Vale la pena destacar que el nombre común «mamey» se usa no solamente para *Pouteria sapota*, sino también para *Mammea americana* Linnaeus. Aunque el fruto tiene cierta similitud, esta especie pertenece a otra familia (Clusiaceae), y en muchos aspectos taxonómicos tiene una apariencia distinta.

Los nombres indígenas para *Pouteria sapota* en México según Pennington y Sarukhán (1998: 442) son los siguientes:



«atzapotlcuahuitl» (náhuatl); «haaz», «chacalhaaz» (maya en Yucatán); «cá-ac», «potkak» (mixe en Oaxaca); «cuyg' auac» (popolucua en Veracruz); «guela-gue», «guendashuno», «guendaxiña», «guetogue», «guixron» (zapoteco en Oaxaca); «uacusiuruata», «huacuz» (tarasco en Michoacán); «lichucut jaca» (totonaco en Veracruz); «bolom», «bolom-itath» (huasteco en San Luis Potosí); «ma-ta-ha» (chinanteco en Oaxaca); «taquisapane», «tsapasabani» (zoque en Chiapas); y «uajpulomo» (cuicateco en Guerrero).

ASPECTOS ECOLÓGICOS Y GENÉTICOS

En el sur de México, *Pouteria sapota* se encuentra en la selva alta perennifolia (Pennington 1990: 494). En la región de Los Tuxtlas (en el sur de Veracruz) habita en suelos volcánicos a una temperatura promedio de 24°C y una precipitación promedio anual de 4,725 mm (Ibarra-Manríquez et al. 1997: 363). En Guatemala y Belice habita en selva subperennifolia sobre caliza (Pennington 1990: 494). Según Morton (1987: 399), *P. sapota* crece mejor en suelos pesados (arcilla), pero tolera una gama de suelos diferentes. No obstante, hay que destacar que en un experimento de invernadero resultó ser altamente sensible a la acidez y conductividad eléctrica del suelo (por los sales de la fertilizante). Con un pH menor a 6 y una conductividad eléctrica mayor a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, las plántulas no crecieron y poco a poco se murieron (datos no publicados de Víctor Peña y Martin Ricker).

Según Oyen (1991), *Pouteria sapota* resiste ligeras heladas. El frío y la sequía causan un cambio de color hacia amarillo y rojo de las hojas, y finalmente su caída. Morton (1987: 399) y Oyen (1991) mencionan que *P. sapota* no tolera el exceso de agua en el suelo. Sin embargo, en Los Tuxtlas hemos observado que árboles cerca de ríos o cuerpos de agua tienen un crecimiento mucho más rápido. La interacción entre características del suelo y suministro de agua sobre el crecimiento sería un aspecto interesante para investigar.

Un aspecto confuso es la posible distinción entre árboles machos y hembras en *Pouteria sapota*, es decir, si la especie es dioica. Pennington (1990: 494) escribe «Flowers unisexual (plant dioecious) or ? bisexual». Sin embargo, en Los Tuxtlas la especie no parece ser dioica. En un estudio de 58 árboles con un diámetro mayor a 20 cm en Los Tuxtlas, 8 árboles (13.8%) con un diámetro entre 23 y 67 centímetros no produjeron frutos en ninguno de los 3 años del estudio (Ricker 1998: 94-96). La carencia de producción frutal en estos 8 árboles podría deberse a su ubicación en sitios desfavorables y no a ser exclusivamente macho.

No existe información publicada sobre polinizadores. Las flores en el género *Pouteria* probablemente son polinizadas por abejas u otros insectos (Pennington 1990: 10). En Los Tuxtlas se ha observado la visita de mariposas a las flores de *P. sapota*.

En México no se distinguen diferentes variedades en la comercialización de esta especie, aunque la variación en tamaño y calidad es considerable. Los frutos se cosechan en México principalmente en huertos pequeños y de árboles naturales o seminaturales. Para controlar la calidad, en *P. sapota* es común la injertación con ramas de árboles de calidad conocida. En contraste, en otros países donde la especie fue introducida, sí se distinguen diferentes variedades. Por ejemplo, Morton (1987: 399) proporciona una lista de 12 variedades de *P. sapota* en Florida, como AREC No. 3 de origen cubano, o Cayo Hueso originaria de la República Dominicana. Otra lista de variedades en Florida la proporciona Balerdi (1991).

Diferentes árboles producen frutos de tamaño distinto. En 1994, se midió un total de 182 frutos de 6 árboles distintos de *Pouteria sapota* en Los Tuxtlas (datos no publicados de Martin Ricker). La masa de frutos varió entre un mínimo de 190 g y un máximo de 660 g por fruto. Los promedios de las masas por fruto en los 6 árboles fueron los siguientes: 273 g (± 9.4 g error estándar, N = 47 frutos), 349 g (± 8.5 g, N = 57), 380 g (± 14.8 g, N = 19), 425 g (± 16.6 g, N = 15), 436 g (± 11.8 g, N = 30), y 527 g (± 17.2 g, N = 14). En un análisis de varianza y en un análisis no-paramétrico Kruskal-Wallis (Sokal y Rohlf 1995), las



diferencias entre los promedios de los frutos de diferentes árboles fueron altamente significativas. Algunos árboles también presentaron frutos con 2 ó hasta 3 semillas por fruto, una característica poco deseable para la comercialización. Queda por investigar hasta qué grado las diferencias de los frutos entre árboles se deben a diferencias genéticas y hasta qué grado hay diferencias en las condiciones ambientales del sitio.

Según Morton (1987: 398), los frutos de *Pouteria sapota* en Florida (EUA) tienen un peso de 200 hasta 2 300 g, peso mucho mayor a lo observado en Los Tuxtlas en árboles naturales. Cabe destacar que para la comercialización no necesariamente es deseable tener el tamaño máximo. En México son preferibles frutos no tan grandes y así no tan caros, porque el fruto tiene el «riesgo» de no ser de la mejor calidad en sabor y/o estar ya pasado sobre su punto óptimo de maduración. Lo anterior enfatiza la importancia de controlar la calidad, por ejemplo, al establecer variedades.

La floración y fructificación en *Pouteria sapota* ocurre en diferentes épocas para diferentes regiones de México. Esta circunstancia hace posible que en la Ciudad de México todo el año se encuentren los frutos a la venta. Dependiendo del mes, los frutos de *P. sapota* en la Ciudad de México pueden ser de Chiapas, Tabasco, Veracruz, Guerrero o Guatemala. En Los Tuxtlas (Veracruz) vimos flores al inicio de julio y los frutos se cosecharon entre mayo y agosto. Existen árboles que no siguen el patrón general, dando frutos en abril o después en septiembre. Los frutos tardan hasta un año en desarrollarse en el árbol, así que en la cosecha de un año pueden ya existir los frutos pequeños del próximo año.

Es interesante mencionar las especies filogenéticamente más cercanas a *Pouteria sapota*, ya que pueden ser recursos genéticos potencialmente importantes para el mejoramiento. Estas especies son *Pouteria viridis* («chulul»; México a Costa Rica) y *Pouteria fossicola* («mamey de injerto», Costa Rica a Panamá). Las dos especies son de interés en sí como frutales (Morton 1987: 401-402) o para el mejoramiento genético de *P. sapota* por injertación o posiblemente hibridación. Pennington (1990: 495, 498, 500)

menciona que los frutos de dichas especies son deliciosos. Otra especie del género *Pouteria* que ha recibido atención en el extranjero por sus frutos es *P. campechiana* (Kunth in Humboldt, Bonpland & Kunth) Baehni («caniste»; México a Panamá). Aunque esta especie se cultiva en Florida y en el sureste de Asia, no se encuentra en el mercado mexicano. Son notables los comentarios positivos por Morton (1987: 402-405). Sin embargo, en Los Tuxtlas los frutos de *P. campechiana* no parecen ser de alta calidad.

MANEJO EN VIVERO Y PROPAGACIÓN

El establecimiento de plántulas de *Pouteria sapota* en vivero a partir de semillas no presenta mayores problemas. Hay que destacar que las semillas pierden su viabilidad rápidamente, así que se tienen que usar en las semanas (no meses) siguientes a su colecta en el árbol progenitor. Su viabilidad se puede verificar al meterlas en agua: en caso de que floten ya no sirven. Las semillas de *P. sapota* tienen un tamaño notable que va de 5 a 10 cm de largo. En Los Tuxtlas, el promedio de las masas de 137 semillas fue de 40.2 g (error estándar: ± 0.82 g), con un rango de 14.8 a 60.2 g. Semillas de mayor masa produjeron plántulas de mayor altura (Ricker et al. 2000). Por lo tanto, es recomendable usar semillas grandes, ya que aparentemente contienen mayor cantidad de nutrimentos para la plántula.

En Los Tuxtlas (Veracruz) hemos utilizado alrededor de 1 kg de suelo natural en una bolsa de plástico, con una o dos perforaciones en el fondo para asegurar la salida de exceso de agua. También se puede considerar un vivero de una cama de suelo para todas las plántulas. Es importante ubicar la semilla de *Pouteria sapota* de manera correcta en el suelo. Se debe colocar horizontalmente, dejando una mitad descubierta al aire. La parte amplia, no-lisa debe quedar abajo. Del lado más redondo salen tallo y raíz. Sembrar la semilla de manera diferente puede causar la formación de un tallo enredado («cola de cochino»), que inhiba el crecimiento y pueda causar la muerte de la planta.



Las bolsas con las semillas se deben mantener en un lugar con sombra para mantener un alto nivel de humedad en la tierra, ya que esto parece ser favorable. Muchas semillas de *Pouteria sapota* empiezan a germinar después de días o pocas semanas. Sin embargo, en Los Tuxtlas el tiempo para la germinación de las últimas semillas fue de hasta tres meses, cuando no se les aplicó ningún pretratamiento. La tasa de germinación fue de 91.6% al final en esta siembra (Ricker 1998: 23). Sin embargo, en el invernadero húmedo-caliente en la Ciudad de México, la tasa de germinación de *P. sapota* fue mucho más bajo (30-70%). Las plántulas tienen un crecimiento vigoroso de inmediato, así que se pueden transplantar después de pocas semanas a su destino final. Un problema para las plántulas de *P. sapota* pueden ser los roedores, que cortan y comen el tallo. Este problema es específico en ciertos sitios, por lo que cambiar el vivero a otro sitio, o no transplantar a un sitio con roedores representa una solución.

En México es común injertar árboles de *Pouteria sapota*, juntando lateralmente con una cinta el injerto al patrón, después de haber liberado las dos contrapartes de sus cortezas respectivas (aparentemente funcionan también otras formas de injertación). La injertación es importante para esta especie, porque la calidad de los frutos varía de manera considerable. El injerto se debe tomar de un árbol cuando sus hojas están en proceso de crecimiento, y después de haber florecido. *Pouteria campechiana* se puede usar como patrón. No he visto la propagación vegetativa por medio de estacas en *P. sapota*. Salcedo (1985, 1990) encontró que sí es posible tener enraizamiento en estacas de *P. sapota*, pero sostiene que no presenta buenas perspectivas. Más detalles acerca de la propagación por injerto de *P. sapota* se proporcionan en Ogden et al. (1984), Salcedo (1985, 1990), León (1987), Morton (1987: 399-400), Cockshutt (1991), Marler (1991) y Oyen (1991).

PLANTACIÓN, FERTILIZACIÓN Y PRODUCCIÓN

Para la plantación se recomienda una distancia de 8 a 12 metros entre cada uno de los árboles de *Pouteria sapota* (Morton 1987: 400; Oyen 1991). Ricker et al. (2000) sembraron plántulas en selva primaria y secundaria en un esquema de enriquecimiento a una distancia de aproximadamente 10 m. En este sistema, la plántula queda protegida de la sequía gracias a la vegetación forestal que la rodea. Sin embargo, en los primeros dos años requiere de un cuidado continuo para favorecer a la plántula en la competencia con otras plantas. Además, hay que mantener claros suficientemente grandes para lograr no solamente un crecimiento alto sino también amplio. Una poda también puede ayudar al respecto.

Al sembrar plántulas, la distancia recomendable entre ellas depende de la mortalidad de éstas. Posteriormente, cuando ya se tienen árboles juveniles, es recomendable hacer una selección para mantener solamente los árboles con el mejor vigor de crecimiento.

Ricker (1998) y Ricker et al. (1999b: 84-86) simularon una curva de sobrevivencia para *Pouteria sapota* en Los Tuxtlas con la siguiente función: $\text{Sobrevivencia} = 1 - (0.052613) (\text{Edad}^{0.41169}) / 0.41169$. Los coeficientes están calculados de manera que la función pasa por dos puntos: a la edad de 2 años la sobrevivencia de una cohorte es 83%, y a la edad de 148 años la sobrevivencia es 0, es decir, el último de los miembros de la cohorte ha muerto. El cálculo de los coeficientes es: $\ln[1/(1 - 0.83)]/\ln[148/2] = 0.41169$, y $\ln[0.411694 (1 - 0.83) / 2^{0.411694}] = 0.052613$.

Con la fórmula anterior se obtiene que al iniciar una plantación con 100 plántulas, después de 20 años quedarían todavía 0.561 ó 56 árboles, es decir, casi la mitad ya no existiría. Por lo tanto, es recomendable sembrar hasta el doble del número de plántulas que se desean tener como árboles adultos. También hay que destacar que la mortalidad depende del manejo. Por ejemplo, se ha visto que al aplicar fertilizante la mortalidad puede aumentar (experimento de René Martínez y Martin Ricker en Tabasco). El riego durante épocas de sequía generalmente reduce la mortalidad.



Existen pocos datos científicos acerca de la fertilización de *Pouteria sapota*. Sin conocer detalles del suelo, se pueden aplicar de 50 a 200 g por plántula de un fertilizante comercial de nitrógeno-fósforo-potasio (NPK) en combinación con micronutrientes, colocándolo en la sepa donde se siembra. Al aplicar altas cantidades de fertilizante, es importante mezclar éste con suelo y asegurar la disponibilidad de suficiente agua para evitar la «quemadura» de la plántula. La fertilización puede tener como consecuencia la disminución del pH, por ejemplo por NH_4^+ (Brady 1990: 484-485). Además se puede aumentar la conductividad eléctrica del suelo por subir la concentración de sales. Como ya se mencionó, *Pouteria sapota* es sensible a estos efectos. Se pueden usar diferentes formas de cal para aumentar el pH a 6.5-7.0, como CaO , Ca(OH)_2 , $\text{CaMg(CO}_3)_2$, CaCO_3 , o CaSiO_3 (Havlin et al. 1999: 51-68); sin embargo, no existe información acerca de cómo reacciona *P. sapota* al respecto.

Avilan et al. (1989: 1376, basado en Almeyda y Martín 1979) recomiendan para *Pouteria sapota* la aplicación cada medio año de 250 g por plántula de un fertilizante NPK 14-4-10, en el primer año después de la siembra del árbol. En el segundo año aumentan la cantidad a 500 g, en el tercero a 1 kg y en el cuarto a 1.25 kg. Después y cuando empiezan a producir los árboles, sugieren aplicar un fertilizante NPK 10-10-8 a razón de 0.5 kg por cada año de la edad de la planta (por ejemplo, 5 kg fertilizante a la edad de 10 años). La aplicación debe ser en la superficie abajo de la copa de la plántula o del árbol.

No se presentan enfermedades y problemas de plagas de manera grave en *Pouteria sapota*; probablemente lo más serio es el ataque de los frutos por diferentes especies de las denominadas «moscas de la fruta». Hernández y Pérez (1993) reportan las larvas de la mosca *Anastrepha* sp. (Diptera: Tephritidae) en los frutos de *P. sapota* en Los Tuxtlas. Al abrir el fruto, el consumidor encuentra las larvas en la pulpa alrededor de la semilla, lo que presenta un aspecto poco estético y hasta repulsivo. Al respecto sería recomendable investigar si densidades bajas de los árboles huéspedes, junto con árboles de especies no-huéspedes, disminuyen la ocurrencia de las larvas en los frutos (Aluja 1994). Otras plagas menos importantes se mencionan en Oyen (1991) y McMillan (1990).

Para Los Tuxtlas, Ricker et al. (1999a: 442, 444, Figura 2) hacen una proyección de la cosecha anual promedio de frutos de *Pouteria sapota* después de haber medido las cosechas de 79 árboles durante 3 años. Para calcular la cosecha anual promedio esperada por árbol (Fru) en diferentes edades en Los Tuxtlas, se emplean dos regresiones no-lineales estadísticas para derivar la fórmula $Fru=62.102 (1-e^{-0.093059 Edad})^{87.318}$. Esta función con tres coeficientes representa el modelo de Bertalanffy-Richards-Chapman, un modelo ampliamente usado para proyectar el crecimiento de árboles. La proyección de la cosecha anual promedio de frutos con esta fórmula es conservadora, siendo 0.0 kg en los primeros años, llegando a 0.01 kg a una edad de 25 años, aumentando a 60 kg con 83 años, y subiendo ligeramente varias décadas más (observe que aquí se usa una función continua para modelar un proceso discreto de cosechas anuales).

Los árboles estudiados de *Pouteria sapota* fueron naturales de la selva, o en ocasiones árboles remanentes de la selva original. Estos árboles presentaron grandes fluctuaciones en las cosechas entre individuos y en un mismo individuo de un año al otro. La cosecha máxima de todos los árboles y durante tres años fue un árbol con 368 kg en 1996. Sin embargo, del mismo árbol en 1995 se cosecharon solamente 125 kg, y en 1997 nada (Ricker 1998: 95). Sembrando árboles genéticamente más uniformes y aplicando fertilización, probablemente se puede obtener una cosecha más estable.

Morton (1987: 399) sostiene que árboles de *Pouteria sapota* propagados por semillas empiezan a producir a partir de los 8 a 10 años de edad. Menciona que los árboles injertados crecen más lentos y menos altos que árboles propagados por semillas. Sin embargo, pueden producir frutos de 1 a 4 años después de la injertación. No obstante, en la mayoría de las plantaciones de *P. sapota* se necesitan muchos años de espera hasta que los árboles produzcan. En el estudio en Los Tuxtlas calculé que se necesitan alrededor de 20 años para alcanzar un diámetro de 20 cm y empieza la producción (Ricker et al. 1996b). El dueño de un árbol con 25 cm de diámetro troncal y más de 60 frutos, sembrado por semilla cerca de un río, reportó su edad en alrede-



dor de 5 años. Como ya se ha mencionado, el suministro de agua en un suelo apropiado aparentemente puede acelerar mucho el crecimiento.

Los frutos de *Pouteria sapota* están duros en el momento de la cosecha, pero llegan a madurar en pocos días bajo un ambiente cálido. El tiempo de maduración en *P. sapota* se puede manipular hasta cierto grado al aplicar etileno. Con tratamiento de etileno, Martínez (1998: v) adelantó la maduración de 5.4 días por 1.4-2.2 días. La buena calidad del fruto para su consumo dura poco tiempo (1-3 días). Sin embargo, sería posible llevar los frutos inmaduros a cualquier parte del mundo, como ocurre con el aguacate, para posteriormente consumirlos en su mejor momento. De esta manera, México podría aprovechar mucho mejor el potencial comercial de esta especie arbórea de la selva húmeda.

BIBLIOGRAFÍA

- Adger, W. N., K. Brown, R. Cervigni, y D. Moran.** 1995. Total economic value of forests in Mexico. *Ambio* 24: 286-296.
- Almeyda, N., y F. Martin.** 1979. El mamey zapote. *Agricultura de las Américas* 28: 8-9.
- Aluja, M.** 1994. Bionomics and management of *Anastrepha*. *Annual Review of Entomology* 39: 151-174.
- Avilan R., F. Leal, y D. Bautista.** 1989. Manual de fruticultura - Cultivo y producción. Editorial América C.A., Caracas, Venezuela.
- Balardi, C.** 1991. More choice: An update on Mamey Sapote cultivars en Florida. *Tropical Fruit World* 2: 18-19.
- Brady, N. C.** 1990. *The Nature and Properties of Soils*. Macmillan Publishing Company, New York, United States of America.
- Cairns, M. A., R. Dirzo, y F. Zadroga.** 1995. Forests of Mexico: a diminishing resource? *Journal of Forestry* (julio): 21-24.
- Campbell, C. A.** 1994. Handling of Florida-grown and imported tropical fruits and vegetables. *Hortscience* 29: 975-978.
- Campbell, C. W., y S. P. Lara.** 1982. Mamey sapote cultivars in Florida. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 95: 114-115.
- Cockshutt, N.** 1991. Pantin's Mamey. *Tropical Fruit World* 2: 12-17.
- Coronel, R. E.** 1991. *Manilkara zapota* (L.) P. van Royen. Páginas 220-223 en E. W. M. Verheij y R. E. Coronel, eds., *Plant Resources of South-East Asia 2: Edible Fruits and Nuts*, Pudoc-DLO, Wageningen, Países Bajos.
- De la Cruz Jr. F. S.** 1991. *Chrysophyllum cainito* L. Páginas 115-117 en E. W. M. Verheij y R. E. Coronel, eds., *Plant Resources of South-East Asia 2: Edible Fruits and Nuts*, Pudoc-DLO, Wageningen, Países Bajos.
- Díaz G. V., y J. Huerta.** 1986. Utilización de las maderas tropicales en México. *Ciencia Forestal en México* 11 (60): 127-144.
- Dirzo, R., y M. C. García.** 1991. Rates of deforestation in Los Tuxtlas, a neotropical area in southeastern Mexico. *Conservation Biology* 6: 84-90.



- Fernández O. L. M., M. Tarrío, y D. Villafuerte.** 1993. La expansión ganadera en Veracruz: sus impactos en la economía y en la producción de alimentos. Páginas 15-33 en N. Barrera y H. Rodríguez, coord., Desarrollo y medio ambiente en Veracruz: Impactos económicos, ecológicos y culturales de la ganadería en Veracruz, . Fundación Friedrich Ebert, México D.F., México.
- García C. X., B. Rodríguez, y C. Parraguirre.** 1993. Notas importantes sobre el chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) van Royen). Ciencia Forestal en México 18: 45-63.
- Hernández O. V., y R. Pérez.** 1993. The natural host plants of *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) in a tropical rain forest of Mexico. Florida Entomologist 76: 447-460.
- Hoyos F. J.** 1989. Frutales en Venezuela. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle, Caracas, Venezuela.
- Ibarra-Manríquez, G., M. Ricker, G. Ángeles, S. Sinaca., y M. A. Sinaca.** 1997. Useful plants of the Los Tuxtlas rain forest (Veracruz, Mexico): Considerations of their market potential. Economic Botany 51: 362-376.
- León, J.** 1987. Botánica de los cultivos tropicales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica.
- Marler, T.** 1991. Four-flap grafting of the Mamey. Tropical Fruit World 2: 20.
- Martínez, M.** 1996. Las plantas medicinales de México. Ediciones Botas, México D.F., México.
- Martínez M. A.** 1998. Fisiología de la maduración de frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn). Tesis de Maestría, Colegio de Posgraduados, Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Montecillo, Estado de México, México.
- McMillan Jr., R. T.** 1990. Alga blight of *Pouteria sapota* caused by *Cephaleuros virescens*. Phytopathology 80: 975.
- Mora H. E., P. Mora., J. A. Francisco, F. A. Basurto., R. Patron., y M. A. Martínez.** 1985. Nota etnolingüística sobre el idioma náhuatl de la Sierra Norte de Puebla. Amerindia 10: 73-91.
- Morton, J. F.** 1987. Fruits of Warm Climates. Publicado por Julia F. Morton, 20534 SW 92 Ct., Miami, FL 33189, Estados Unidos de América.
- Ogden, M. A. H., C. W. Campbell, y S. P. Lara.** 1984. Juvenile interstocks for topworking mamey sapote (*Colocarpum sapota* (Jacq.) Merr.). Proceedings of the Florida State Horticultural Society 97: 357-358.

- Oyen, L. P. A. 1991. *Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn. Páginas 259-262 en E. W. M. Verheij y R. E. Coronel, eds., Plant Resources of South-East Asia 2: Edible Fruits and Nuts, Pudoc-DLO, Wageningen, Países Bajos.
- Pennington, T. D. 1990. Flora Neotropica Monograph 52: Sapotaceae. The New York Botanical Garden, Bronx, New York, Estados Unidos de America.
- , y J. Sarukhán. 1998. Árboles tropicales de México. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica, México D.F., México.
- Repetto, R. 1990. Deforestation in the tropics. *Scientific American* 262: 18-24.
- Ricker, M. 1998. Enriching the Tropical Rain Forest with Native Fruit Trees: A Biological and Economic Analysis in Los Tuxtlas (Veracruz, Mexico). Yale University, School of Forestry and Environmental Studies & Graduate School, New Haven, EUA. [Publicado por UMI Dissertation Services, Ann Arbor, Michigan, Estados Unidos de América.
- , y D. C. Daly. 1998. Botánica económica en bosques tropicales - Principios y métodos para su estudio y aprovechamiento. Editorial Diana, México D.F., México.
- , R. O. Mendelsohn, D. C. Daly, y G. Ángeles. 1999a. Enriching the rainforest with native fruit trees: an ecological and economic analysis in Los Tuxtlas (Veracruz, Mexico). *Ecological Economics* 31: 439-448.
- , R. Bye, G. Ibarra-Manríquez, M. Martínez-Ramos, C. Siebe, J. L. Palacio., R. Valenzuela., y G. Ángeles. 1999b. Diversidad y manejo de los bosques mexicanos: aspectos microeconómicos. *Investigación Económica* 59: 77-109.
- , C. Siebe, S. Sánchez., K. Shimada, B. C. Larson, M. Martínez-Ramos, y F. Montagnini. 2000. Optimising seedling management: *Pouteria sapota*, *Diospyros digyna*, and *Cedrela odorata* in a Mexican rainforest. *Forest Ecology and Management* 139: 63-77.
- . 1990. Métodos de enraizamiento del zapote (*Calocarpum sapota* Jacq. «Merr»). *Universidad y Ciencia* (Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México) 7: 85-94.
- . 2000. Enriquecimiento de la selva con árboles nativos: un análisis de costo-beneficio con tres especies en Los Tuxtlas, Veracruz. Páginas 85-113 en R. Escalante y F. Aroche, comps., *El sector forestal en México: paradojas de la explotación de un recurso natural.* . Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., México.
- Sokal, R. R., y F. J. Rohlf. 1995. *Biometry*. W. H. Freeman, New York, Estados Unidos de América.