

Origen y domesticación de la chaya (*Cnidoscolus aconitifolius* Mill I. M. Johnst): La espinaca Maya

Jeffrey Ross-Ibarra
University of Georgia

Mesoamerica has been one of the most active centers of plant domestication worldwide. Along with the many well-known and economically important plants that originated in Mesoamerica exist a variety of other lesser known domesticated plants many of which remain important on a local or regional scale. One of these lesser known plants is chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*, *Euphorbiaceae*), a shrub cultivated for its highly nutritious leaves. The article presents evidence bearing on the domestication and place of origin of the cultivated varieties of chaya and proposes a model describing the process of their domestication.

Mesoamérica ha sido uno de los centros de domesticación más activos a nivel mundial. Junto con las muchas plantas económicas y conocidas de origen Mesoamericana, existen varias plantas domesticadas no tan conocidas, que sin embargo siguen siendo importantes a un nivel local o regional. Una de estas últimas es la chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*, *Euphorbiaceae*), un arbusto cultivado por sus hojas nutritivas. Se presenta aquí evidencia de la domesticación y lugar de origen de las variedades cultivadas de la chaya, y se propone un modelo para describir su proceso de domesticación.

Mesoamérica es uno de los centros mundiales más importantes para el origen y domesticación de las plantas, y ha contribuido con varios cultivos trascendentales para la agricultura moderna, entre los que se incluye el maíz, frijol, calabaza, jitomate, cacao, aguacate y agave. Sin embargo, las poblaciones de Mesoamérica también cultivaron y domesticaron muchas otras plantas útiles, que hoy día todavía no son bien conocidas fuera de esta región o al nivel mundial. Una de estas plantas es la hoja de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius* ssp. *aconitifolius* Breckon; desde aquí señalado como CNAC).



Figura 1.
Una arbusto de chayote
'Redonda,' una de las dos
variedades domesticadas.

La chayote pertenece a la sección Calyptosolen del género *Cnidoscolus*, el cual está cercanamente relacionado al mejor conocido género *Manihot*. Los dos géneros se encuentran dentro de la tribu Manihoteae de la subfamilia Crotonoideae de la Euphorbiaceae (Webster 1975). Aunque *Cnidoscolus* ha sido comúnmente agrupado con *Jatropha*, es fácilmente separado del anterior por sus pelos urticantes, glándulas petiolares, y por tener una sola envoltura floral blanca (McVaugh 1944). La chayote ha sido causa de mucha confusión taxonómica. Los muchos nombres anteriores, como *Cnidoscolus chayote* Lundell, *C. chayamansa* McVaugh, *C. tenuilobus* Lundell, *Jatropha aconitifolia* Mill., *J. palmata* Willd., *J. papaya* Medic., *J. urens* 'inermis' Calvino, entre otros, fueron incluidos bajo el nombre *Cnidoscolus aconitifolius* (Mill.) I. M. Johnston ssp. *aconitifolius* por Breckon (1975).

Chayote es un arbusto arborescente perenne que crece hasta seis metros de altura (Figura 1). Tiene hojas alternadas palmadamente lobuladas que caen en tiempos de mucha sequía, savia lechosa y pequeñas flores blancas que se encuentran en racimos de ramificación dicótoma. Las hojas son grandes, hasta 32 cm de largo y 30 cm de ancho, con pecíolos hasta 28 cm de largo. A pesar de aseveraciones contrarias (Carbajal, Parra-Tabla y Rico-Gray 1998), la chayote es monoica, con flores masculi-

nas y femeninas separadas, cada una con partes no funcionales del otro sexo. Aunque la floración es más común en los meses del verano, se puede encontrar flores y frutos todo el año.

La chaya ha sido cultivada desde la época prehispánica. Se usaba como hasta hoy en cercos vivos, como planta comestible, medicinal y ornamental por más que 10 grupos Mayas y también otros grupos Mexicanos y Mesoamericanos. Normalmente se encuentra cultivada en huertos familiares o jardines, y a menudo está sembrada junto a otros cultivos en una milpa o campo de cultivos. La hoja, y a veces el peciolo y los brotes, son cosechadas y cocidas para varios tipos de guisado o para uso medicinal. Un trabajo reciente ha explorado exhaustivamente la etnobotánica de la chaya (Ross-Ibarra y Molina-Cruz 2002), pero la cuestión de su origen y domesticación todavía no ha sido contestada. En este trabajo, entonces, con base en evidencia morfológica, etnobotánica, geográfica y genética, se demuestra que la chaya es una planta domesticada, y así mismo se propone una teoría acerca del proceso de domesticación y del lugar de su origen.

Métodos

Se colectaron ejemplares de chaya silvestre y cultivada durante el verano de 1999 en Guatemala (Escuintla, Alta y Baja Verapaz y Petén), la Península de Yucatán, Chiapas, Tabasco y Veracruz. La mayoría del material cultivado fue colectado de jardines particulares; otros especímenes se colectaron en milpas, vegetación secundaria o pequeñas plantaciones experimentales. Junto con las colectas, se realizaron entrevistas etnobotánicas con gente de la localidad, particularmente amas de casa de mediana edad. Las entrevistas abordaron cuestiones del uso como comestible y medicina, cultivo, nomenclatura y taxonomía. Todas las entrevistas fueron hechas en español o con ayuda de un traductor Maya cuando era necesario.

Cada colecta consistió de uno o más ejemplares del herbario y se separó una sección de tallo para su propagación. Se colectaron más que 600 ejemplares de plantas cultivadas y silvestres. Los ejemplares fueron depositados en el Herbario en la Universidad de California, Riverside.

Los tallos de las plantas fueron cortados y propagados; el tejido de las hojas fue utilizado para correr geles, utilizando una técnica de electroforesis de aloenzimas mediante la cual se analizaron ocho sistemas que brindaron doce locus putativos. Se usaron estos locus para determinar la diversidad genética y evaluar la estructura clonal de un total de 104 plantas que incluyeron las cuatro variedades tanto como material silvestre y un ejemplar de la especie *Cnidoscolus souzae* McVaugh. Los detalles del análisis genético serán publicados en otro trabajo, y se encuentran tam-



Figura 2. Las cuatro variedades cultivadas de Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius* Mill. I.M. Johnst.). Estrella (Izq. Arriba), Picuda (Der. Arriba), Chayamansa (Izq. Abajo), Redonda (Der. Abajo).

bién en Ross-Ibarra (2000). Aquí se presenta sólo un análisis de la diversidad genética, calculada según Nei (1978), y un análisis del número de clones por cada variedad. Se consideraron como clones dos plantas cuyo genotipo no pudo ser distinguido en los 12 locus examinados. Considerando el grupo menos diverso (Redonda), con solo 6 locus polimórficos, y la conservadora suposición de que solo hay dos alelos de frecuencias iguales, la probabilidad que dos plantas que no son clones serían calificadas como tales es menor que $\{fr\}1/2 \times 10^6$ ó menor al 2 por ciento.

Actualmente se están investigando con mayor profundidad y apoyo estadístico los caracteres morfológicos de las variedades de la chaya con el propósito de publicar un análisis taxonómico de ésta. Para los propósitos del presente trabajo será suficiente una descripción de la morfología de las variedades, que enfatizen las diferencias y muestren los efectos de domesticación. Aunque este escrito no cuenta con un análisis estadístico, las descripciones se basen en más de 600 colectas de chaya silvestre y cultivada, una revisión de más que 1,000 ejemplares de herbario, y observación de casi 200 plantas en un jardín común bajo los mismos condiciones de cultivo en un invernadero.

Resultados

Morfología

Ross-Ibarra y Molina-Cruz (2002) formaron cuatro variedades cultivadas dentro de la subespecie *aconitifolius*. Estas cuatro variedades y sus nom-

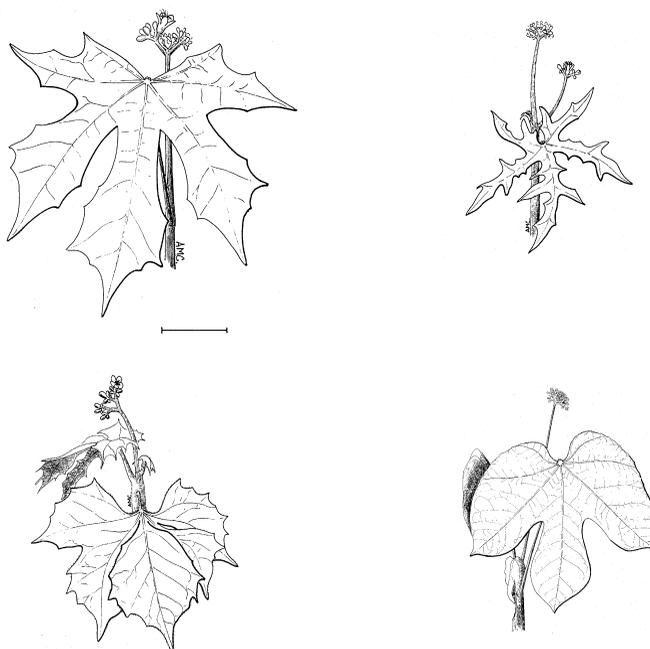


Figura 3. Muestra de la diversidad morfológica de hojas de plantas silvestres de *C. aconitifolius*.

bres se muestran en la Figura 2. Para su comparación, la diversidad morfológica de las plantas silvestres se muestra en la Figura 3.

Aun la comparación superficial de las Figuras 2 y 3 es suficiente para apreciar que las variedades Chaymansa y Redonda muestran morfologías de hoja totalmente distintas de lo que se encuentra en el material silvestre, tanto como Estrella y Picuda muestran morfologías que no las distinguen de plantas silvestres. En todo el material revisado no se halló ningún ejemplar silvestre con hojas parecidas a las dos variedades anteriores.

Las hojas maduras de Chaymansa siempre tienen 5 lóbulos, mientras que las plantas silvestres tienen de 5 a 9, y en Chaymansa el lóbulo central se sobrelapa a los dos siguientes lóbulos laterales. Comúnmente la lámina es más suculenta que las de hojas silvestres y sale del pecíolo a un ángulo, a causa de la curvatura de las venas. Mientras el material silvestre casi siempre tiene una glándula en forma de corazón en la base de la lámina, Chaymansa normalmente tiene dos glándulas separadas. A diferencia de casi todas las plantas de chaya silvestres, Chaymansa tiene los pelos urticantes muy reducidos, y normalmente ubicados solo

sobre el pecíolo y el margen abaxial de la lámina. El tallo de Chayamansa es generalmente más grueso, pero parece que este carácter podría reflejar más las condiciones de cultivo que diferencias genéticas. Además de estas diferencias morfológicas, esta variedad rara vez produce frutos, y si llegan a presentarse no maduran ni producen semillas. Así mismo, Chayamansa carece casi por completo de producción de polen; es muy común encontrar anteras totalmente vacías, y el poco polen producido es claramente malformado.

La morfología de la variedad Redonda también destaca por sus diferencias con respecto a las plantas silvestres. Las hojas inmaduras de Redonda a veces son simples y carecen por completo de lóbulos. Sin embargo, las hojas maduras siempre tienen tres lóbulos con márgenes simples o con dentación fina. Los pelos urticantes son reducidos similarmente a los de Chayamansa, y además están frecuentemente recurvados hacia el pecíolo. Redonda produce mucho polen, pero pruebas de germinación han demostrado que éste es totalmente inviable (Ross-Ibarra 2000). Aunque existen reportes de frutos y semillas, no se observó ninguno.

Como se observa en las Figuras 2 y 3, las variedades Estrella y Picuda muestran morfologías similares a las plantas silvestres. Aunque se encuentran en huertos familiares como cultivo, estas dos variedades parecen ser totalmente silvestres en su morfología superficial. La única diferencia entre Picuda y las plantas silvestres es la falta de pelos urticantes—en Picuda los pelos, normalmente inflados con líquido, están desinflados y flácidos. Las plantas de Picuda producen grandes cantidades de polen y semillas. Estrella tiene pelos similares a los de Picuda, pero no producía flores bajo condiciones del invernadero, y no hay información sobre la producción de polen y semillas. En el campo, mientras que las flores de Estrella son comunes, no fueron encontrados los frutos maduros ni las semillas.

Etnobotánica

La investigación etnobotánica consta de revisiones bibliográficas y entrevistas de campo, que proveyeron los datos presentados en la Tabla 1 y las Figuras 4 y 5. Una revisión más detallada de la botánica económica de la chaya—su uso, clasificación, cultivo y potencial agrícola—se puede encontrar en Ross-Ibarra y Molina-Cruz (2002). La Tabla 1 muestra una lista condensada de los nombres más importantes y los más comunes de CNAC, y el área geográfica en la cual el nombre es más frecuentemente usado.

La clasificación y rango de los nombres mostrados en la Figura 4, representan un análisis del sistema taxonómico folklórico, según la clasificación de Berlin (1992), usado por los Mayas de Yucatán en su clasifi-

Tabla 1. Los nombres vulgares de chaya con su lugar de origen. Proveniente de Ross-Ibarra y Molina-Cruz (2003).

NOMBRE	LUGAR
chatate	Guatemala
chay	Guatemala, México
chaya,	
chaya común	Guatemala, México
chaya brava	México
chaya mansa	México
chaya pica, pica, picar	Estado de Yucatán
chayo	Guatemala
copapayo	Guatemala
jom chaay	México/Maya
k'an chaay,	
chaya amarilla	México/Maya
keken-chay, chaykeken, k'ek'ek'en chay	México, Belize
kikil-chay,	
kiki-chay	México
kulis ek	Chiapas
mala mujer	México
salik la, sla ek	Chiapas
ts'its'ik-chay	Yucatán
tza, tsats, tsah, xtsah, x-tzah, tsaj, tsajim	México
tzintzinchay, tzintzin-chay,	
chinchin-chay, ch'inch'in chay	México
ts'imts'imchay, chimchimchay	
x'etel, e'tel	Yucatán
x'chay, xchay	México
xts'ats, tsats	Estado de Yucatán
ya'ax chaay,	
chaya verde	México

cación de CNAC y *Cnidocolus souzae* McVaugh (desde aquí señalado como CNSO) la especie más cercanamente relacionada a CNAC.

Aunque los Mayas no tienen un nombre para la palabra planta como tal, todas las categorías jerárquicas están presentes, incluso el nivel intermedio postulado por Berlin (1992). Y mientras este nivel no lleva nombre propio—lo común para esta categoría—en el caso de la chaya su existencia se comprueba con la aseveración frecuente de que los dos taxa (*x'etel* y *chay*) están más relacionados entre sí que con otros árboles o

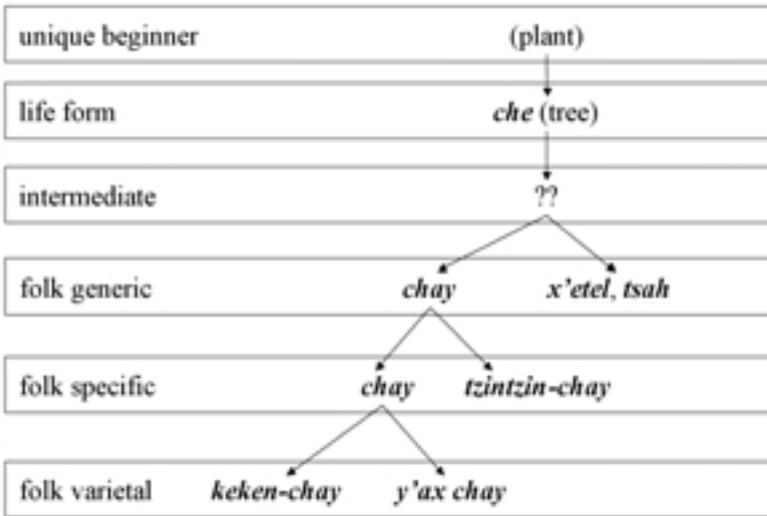


Figura 4. Análisis de taxonomía folklórica de CNAC y CNSO.



Figura 5. Mapa de distribución de datos etnobotánicos.

arbustos (*che*). Finalmente, los datos etnobotánicos para CNAC están condensados en la Figura 5, en la que los datos se dividen de una manera general en usos y presencia—ausencia de nombres indígenas, todos mapeados dentro del área de distribución natural de CNAC de acuerdo con Breckon (1975). El mapa muestra que solo en Yucatán y Chiapas existen todos los usos de chaya tanto como un nombre indígena. Es importante señalar, sin embargo, que el nombre indígena usado en Chiapas para la chaya cultivada con toda seguridad no es de origen chiapaneco, sino que viene del español (Berlin, Breedlove y Raven 1974). Así que en Yucatán se encuentra el mayor conocimiento y uso de la chaya.

Genética

Junto con estudios morfológicos y etnobotánicos de CNAC, un análisis genético relativamente simple de las especies y sus variedades cultivadas, puede proveer evidencia poderosa acerca de la domesticación de la chaya. Un análisis detallado de este trabajo genético será presentado en otro artículo, pero los resultados importantes para este tema son mostrados en las Figuras 7–9.

La Figura 6 muestra la diversidad genética de las variedades cultivadas de la chaya y del material silvestre. Estas son reagrupadas y comparadas en la Figura 7, donde el tipo “silvestre” hace referencia a todos los taxa excepto Redonda y Chayamansa, los cuales son incluidos en el grupo de “domesticada”. Esta figura demuestra la pérdida de diversidad genética en el proceso de selección y domesticación.

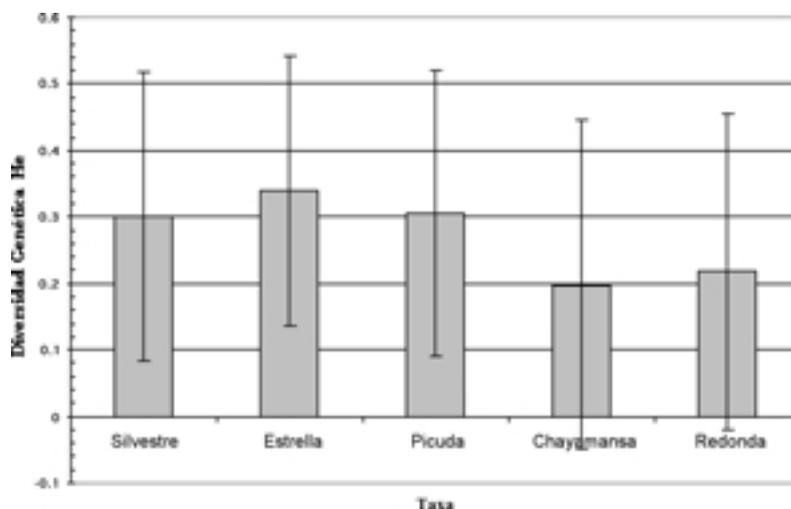


Figura 6. Diversidad genética de las variedades de CNAC.

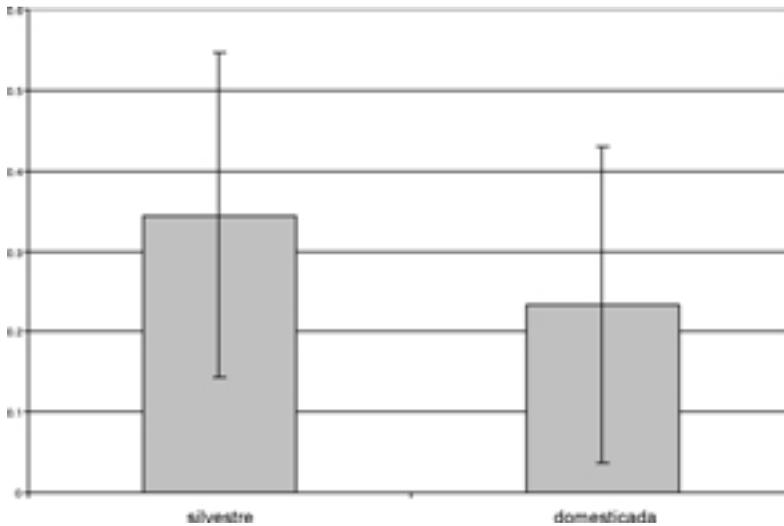


Figura 7. Pérdida de diversidad genética debido a la domesticación.

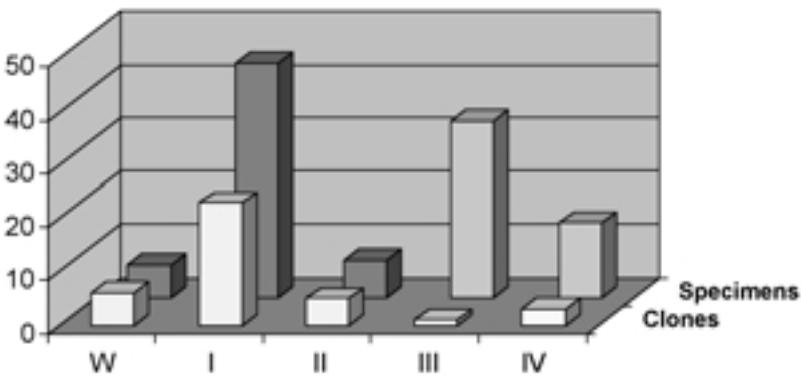


Figura 8. Comparación del número de clones por variedad con el número de colectas. "W" es silvestre, I-IV son las variedades cultivadas, según la figura 2.

Mientras la diversidad genética revela los efectos de la domesticación, la estructura clonal de las variedades de CNAC aclara el grado del proceso actual de la domesticación. La Figura 8 muestra el número de especímenes analizados por cada variedad en comparación al número de clones encontrados entre individuos de esta variedad.

Discusión

Algunos investigadores, familiarizados con la chaya, han revivido discusiones sobre el estatus de la chaya como domesticada (Breckon 1975; Rzedowski 1978), postulando que la chaya es nada más que un cultivo que nunca ha sido domesticado. La evidencia, sin embargo, es casi innegable a favor de las demandas contrarias. Sin importar la definición de “domesticación” que se maneje, la chaya parece cumplir con todos los requisitos para serlo. Las variedades Chayamansa y Redonda no tienen la habilidad de reproducirse sexualmente; esto limita su existencia continua a una propagación clonal por el hombre. Ambas variedades también muestran características únicas que no se encuentran en especímenes silvestres—entre ellas, la más importante es una forma de hoja nunca o raramente encontrada en plantas silvestres.

La literatura etnobotánica evidencia la larga historia de la chaya como cultivo desde la conquista de los españoles y probablemente antes (Coe 1994; de Landa 1959), y aunque sea difícil ver tales evidencias circunstanciales como pruebas indudables, es igual de difícil imaginar que, después de más de 500 años de uso y cultivo, no hubiera pasado ninguna selección, ningún progreso hacia la domesticación de la chaya. Pero visto a la luz de la evidencia etnobotánica y morfológica, los datos en las Figuras 7 y 8 eliminan varios argumentos.

No sólo es que las variedades supuestamente domesticadas muestran una pérdida significativa de diversidad genética, sino que, siguiendo con exactitud las tendencias y predicciones hechas por Doebley (1989) en comparaciones de plantas domesticadas y plantas silvestres, es posible apreciar que la pérdida de diversidad en la chaya (34.3 por ciento), es incluso mayor a la reportada en otras investigaciones (25.7 por ciento; Doebley 1989). Además, como se muestra claramente en la Figura 8, la variedad Redonda está formada por solo tres tipos clonales, mientras que la variedad Chayamansa, sólo tiene un clon.

Un pequeño número de clones distribuidos sobre una área geográfica extensa, con una gran historia de uso y cultivo, que muestra numerosas diferencias morfológicas con el material silvestre, sin habilidad para propagarse sexualmente, y con una pérdida significativa de diversidad genética, no puede ser más que una planta domesticada.

Ahora centremos nuestra atención en las variedades de chaya no domesticada: en los dos casos, los niveles de diversidad genética son altos (Figura 6), las diferencias morfológicas entre cada variedad con respecto a las plantas silvestres son mínimas, y por lo menos una de las dos puede reproducirse sexualmente. Además, la proporción de las colectas que son clones es alta en las dos variedades (Figura 8), sugiriendo que en vez

de una sola variedad seleccionada históricamente, cada una de estas dos representa en realidad varias plantas silvestres sembradas y cultivadas, por presentar algunas características deseables. Una vez dentro de un huerto, estas plantas muy probablemente serían propagadas como clones, lo que explica la existencia de clones en la variedad Estrella, especialmente cuando se considera que la mayoría de los clones son del mismo pueblo—es decir, plantas de pueblos distintos normalmente no son clones, pero colectas repetidas dentro de un pueblo comúnmente constan de clones de la misma planta. En cualquier caso, ninguna de las dos variedades mencionadas presenta características que las calificarían como domesticadas.

Ahora bien, si damos por hecho el estatus doméstico de la chaya, tenemos que regresar a la pregunta sobre origen geográfico de la domesticación. La mejor manera de resolver esta pregunta podría ser un análisis de las distancias genéticas entre poblaciones de áreas geográficas diferentes, sin embargo, la formación de clones disminuye el tamaño de las muestras representadas tanto que este tipo de análisis no es posible. Afortunadamente este trabajo cuenta con un robusto grupo de datos etnobotánicos, los cuales no nos ofrecen una respuesta definitiva como podrían hacerlo los datos genéticos, pero son suficientes para establecer un argumento fuerte sobre el origen de la chaya.

Los datos etnobotánicos; sólo nos exigen suposiciones sencillas, como que el área de origen de una planta domesticada es el área donde ha sido mayormente usada y es más conocida, y debe ser entonces el área donde más se sabe de la planta y por lo tanto, el lugar donde la planta tenga un papel importante en la cultura y la vida cotidiana de sus habitantes. También podemos suponer que el origen de la domesticación de una planta ocurre fuera del área nativa de su progenitor silvestre con muy poca probabilidad.

Una revisión de los datos etnobotánicos reunidos nos provee de una clara respuesta del rompecabezas: Yucatán. Como se muestra en la Figura 5, en ninguna otra parte del rango nativo la chaya tiene tal diversidad de usos, desde platillos indígenas tradicionales, nombres indígenas de la planta, hasta conocimientos extensivos de sus usos médicos y culinarios.

Un análisis de la nomenclatura (Figura 4), muestra que la clasificación yucateca de la chaya concuerda perfectamente con el modelo propuesto por Berlin (1992). La presencia del nivel de variedad, acorde con Berlin, Breedlove y Raven (1974), sugiere un conocimiento y una relación íntima con la planta en cuestión. En ninguna otra área se pueden encontrar clasificaciones similares, lo cual demuestra menor uso y conocimiento de la chaya en estas áreas.

Mientras esto parece poner en claro que Yucatán es el origen geográfico de la chaya, hay otros argumentos válidos en contra de esta teoría

que es importante considerar. Breckon (1975) argumenta que, basado en su subjetiva comparación de características morfológicas, la variedad Chayamansa probablemente se originó de material silvestre en la región del Petén en Guatemala. Cuando tomamos en cuenta la alta diversidad de la chaya cultivada en Guatemala (uno de los pocos lugares donde las cuatro variedades pueden ser encontradas), es posible pensar que la chaya se originó en el Petén, y que después se haya dispersado a Yucatán, donde, por los efectos limitantes que tienen los suelos calizos en la diversidad de vegetales disponibles, se alcanzó una importancia mucho mayor que en los suelos fértiles del sur. Como parte de este escenario, puede argumentarse que la información etnobotánica de Guatemala no es representativa, debido a que el número de indígenas Mayas sobrevivientes en Guatemala es menor que en Yucatán. La pérdida del conocimiento indígena siempre ha sido uno de los aspectos concomitantes de la pérdida en el tamaño de las poblaciones indígenas, lo que podría explicar la carencia de nombres en lenguas autóctonas y la pérdida de conocimiento de los usos medicinales de las plantas. Así mismo, un origen yucateco de la chaya puede y probablemente debería ser disputado por la variedad Redonda, ya que esta variedad es mucho más común en Chiapas y Guatemala, y rara vez se encuentra ésta en la península de Yucatán. Hace falta más información para poder decir con seguridad si la variedad Redonda es un caso de eventos múltiples de domesticación, o es un solo evento que después dio origen a la dispersión de la planta. Sin evidencia a favor del primer escenario y sin más evidencia que una idea general de frecuencia de la variedad Redonda en distintas áreas para el segundo, resulta difícil ignorar la abrumadora diferencia en documentos históricos (Coe 1994; de Landa 1959; Heath de Zapata 1979; Roys 1967, 1976; Standley 1930), conocimiento de usos medicinales y culinarios, y la dramática diferencia en la taxonomía popular entre Yucatán y otras regiones. Sin apoyo a este punto de vista opuesto, la evidencia parece clara a favor de que Yucatán es el área más importante para la domesticación de la chaya y el área más probable de su origen.

Considerando a la chaya como una verdadera planta domesticada y las ideas sobre el origen de su domesticación, todo lo que queda es atender al proceso de domesticación mismo. Normalmente esto es muy difícil, y frecuentemente involucra seguir el paso de genomas a través de los siglos en regiones diferentes, especular sobre ciertas cruizas, y años de investigación. La chaya, sin embargo ofrece a los investigadores una fácil comprensión de los procesos de su domesticación, sin grandes esfuerzos. A diferencia de muchas plantas cultivadas donde la selección y el control cuidadoso de cruizas es necesario para mantener el producto deseado, la chaya puede domesticarse y mantenerse con el genotipo favorable a través de la propagación clonal. En el caso de la chaya, entonces,

el proceso de domesticación no debe haber sido muy largo o complejo. Considerando los temas ya discutidos, la chaya es más que una planta encontrada como silvestre y subsecuentemente propagada vegetativamente, que probablemente no requirió de cientos de generaciones de ser sometida al proceso de selección para producir la planta moderna. Dicho de una manera más puntual, después de una o un conjunto de generaciones de selección, una serie de variedades de chaya habían sido seleccionadas. Para un vegetal frondoso, la selección por supuesto habría tenido que ser para mejorar la producción de hojas, reducir el tamaño de los pecíolos, reducir el gasto reproductivo a favor del desarrollo vegetativo, incrementar el tamaño de las hojas y cambiar su forma. Todas estas características se observan en la variedad moderna Chayamansa. Una vez seleccionadas, las características deseadas deben haber sido fáciles de mantener. A través de la propagación vegetal, la variedad deseada no sólo podría haber sido mantenida, sino también dispersada sin mayor dificultad. Inclusive, dada esa facilidad de propagación, las variedades superiores pudieron eventualmente dispersarse, alejándose de la competencia con cualquier otra variedad, dando como resultado final uno o varios clones con una nueva forma más compleja y dominante. La existencia de más de una variedad cultivada es fácilmente explicada, por diferentes factores de selección—quizá un desarrollo superior en ambientes distintos, la utilidad de algunas funciones específicas para el hombre (como la elaboración de cercos vivos), o un carácter específico como la densidad de las espinas o la forma de las hojas.

Conclusiones

Un resumen de tres líneas de evidencia distintas—morfológica, genética y etnobotánica—, ha provisto la base para un entendimiento del origen y la domesticación de la chaya. La existencia de evidencia substancial en los tres frentes ratifica el hecho de que la chaya es, en efecto, un cultivo domesticado y no meramente una especie silvestre cultivada. Y aunque la información genética y morfológica no es muy útil para identificar el origen geográfico exacto de la chaya—y con certeza la situación se hace más compleja cuando se evalúan las dos variedades domesticadas—los datos etnobotánicos son suficientes para construir un caso fuerte a favor de la Península de Yucatán. Por otra parte, la evidencia genética y la estructura clonal, con el conocimiento de métodos de propagación que se dan lugar en la chaya, deja formar un modelo del proceso de domesticación que sucedió en la chaya.

Más estudios de la domesticación de la chaya, específicamente estudios de la diversidad y relaciones genéticas, podrían también permi-

tir un entendimiento más detallado del origen y de la domesticación de la chaya, su relación exacta con plantas silvestres y otras variedades cultivadas, y proveer la base potencial para mejoramientos genéticos de este cultivo. Tales trabajos podrían estimular en gran medida los esfuerzos por la posible comercialización de los productos agrícolas de la chaya.

Finalmente, además de ser una planta de mucha importancia y potencial en México, esta investigación destaca las diferencias entre el proceso de domesticación de una planta cultivada vegetativamente y el proceso de domesticación de plantas cultivadas con semillas, demostrando la complejidad del proceso de domesticación y la importancia de estudiar cada planta como un caso distinto.

Bibliografía

- Berlin, B., D. E. Breedlove y P. H. Raven. 1974. *Principles of Tzeltal Plant Classification: An Introduction to the Botanical Ethnography of a Mayan-Speaking People of Highland Chiapas*. New York: Academic Press.
- Berlin, B. 1992. *Ethnobiological Classification: Principles of Categorization of Plants and Animals in Traditional Societies*. Princeton: Princeton University Press.
- Breckon, G. J. 1975. *Cnidoscolus*. Section Calyptsolen (Euphorbiaceae) in Mexico and Central America. Davis, CA.
- Carbajal, M., V. Parra-Tabla y V. Rico-Gray. 1998. "Effect of Herbivory on Sexual Expression and Reproductive Success in the Gynomonioic *Cnidoscolus Aconitifolius* (Mill.) I. M. Johnston (Euphorbiaceae)." *Biotrópica* 30(2 Suppl.):25.
- Coe, S. D. 1994. *America's First Cuisines*. Austin: University of Texas Press.
- de Landa, F. D. 1959. *Relación de las cosas de Yucatán*. México: Editorial Porrúa.
- Doebley, J. 1989. "Isozymic Evidence and the Evolution of Crop Plants." En D. S. y P. Soltis, eds., *Isozymes in Plant Biology*, 165-91. Portland: Dioscorides Press.
- Heath de Zapata, D. 1979. *El Libro del Judío o Medicina Doméstica*.
- McVaugh, R. 1944. "The Genus *Cnidoscolus*: Generic Limits and Intrageneric Groups." *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 71(5):457-74.
- Nei, M. 1978. "Estimation of Average Heterozygosity and Genetic Distance from a Small Number of Individuals." *Genetics* 140:733-44.
- Ross-Ibarra, J. 2000. "Ethnobotany and Genetics of Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius* Mill. I.M. Johnst.): Implications for Domestication." Tesis de Maestría. University of California, Riverside.
- Ross-Ibarra, J. y A. Molina-Cruz. 2002. "The Ethnobotany of Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius* ssp. *aconitifolius* Breckon): A Nutritious Maya Vegetable." *Economic Botany* 56(4):350-65.
- Roys, R. L. 1967. *The Book of Chilam Balam of Chumayel*. Norman: University of Oklahoma.

- . 1976. *The Ethno-Botany of the Maya*. Philadelphia: Institute for the Study of Human Issues.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. México: Editorial Limusa.
- Standley, P. C. 1930. *Flora of Yucatan*. Field Museum of Natural History. Botanical Series 3. Chicago.
- Webster, G. L. 1975. "Conspectus of a New Classification of the Euphorbiaceae." *Taxon* 24(5/6):593-601.