

Avance y Perspectiva

Revista de divulgación del CINVESTAV

La domesticación de la chaya

Karina Galache · Wednesday, March 23rd, 2022

Categorías: Ciencias Naturales y de la Salud, Zona Abierta

La interacción humano-planta

Desde sus orígenes, el ser humano ha investigado su entorno natural con la finalidad de obtener materias primas para satisfacer sus necesidades básicas. Esta actividad ha generado un conocimiento empírico y prácticas de manejo que han optimizado la adquisición de dichos bienes. En el caso de los recursos de origen vegetal, las prácticas van desde su identificación y recolecta, hasta estrategias más elaboradas de mejoramiento continuo a través de ciclos de selección y cultivo de las plantas con características deseables. El punto cumbre de este ejercicio fue el desarrollo de la agricultura. Esto impactó mucho más allá de la producción de alimentos, ya que marcó el comienzo de sociedades sedentarias más complejas que precedieron a las poblaciones urbanas modernas¹.

La cantidad y variedad de recursos de origen vegetal que el ser humano puede consumir en la forma que se encuentran en el ecosistema, son limitadas. Por ejemplo, algunas plantas producen frutos y semillas con algún grado de toxicidad, y otras poseen grandes espinas. Aunque estas características juegan un papel determinante en la supervivencia de la planta en su hábitat natural, también son una barrera para el consumo humano. Sin embargo, existe amplia variación natural en éstos y muchos otros atributos de las plantas, mismos que pueden aparecer súbitamente como producto de mutaciones. El ser humano reconoce esta variación y la ha utilizado a su favor. Para una planta mutante perder las espinas quizá sea una sentencia de muerte en su hábitat natural, pero su destino puede ser radicalmente diferente en un campo de cultivo, bajo el cuidado del ser humano.

Una vez cultivadas, la selección se sistematiza e intensifica. Así, en la mayoría de los granos para consumo humano, cada año se selecciona parte de la producción para usarse como semilla con base en la apariencia y el desempeño de la planta madre. Al repetirse año con año esta selección, se generan resultados espectaculares que se pueden atestiguar comparando los cultivos modernos con sus parientes silvestres. Durante este proceso, por demás involuntario, los agricultores favorecen la adaptación local de los cultivos a un nuevo hábitat: el agroecosistema. Es así que, cuando los cultivos son llevados a sitios alejados de su centro de origen, otras variedades adaptadas a diferentes condiciones ambientales son generadas. Este proceso complejo se conoce como domesticación y se ha dado en vegetales, animales, así como en organismos de otros reinos².



Figura 1. Chile silvestre, denominado maax ik por los Mayas (izquierda), y chile domesticado (Jalapeño, a la derecha). Ambos pertenecen a la especie *Capsicum annuum*. La graduación de la regla está en centímetros. Foto: Miguel A. Munguía Rosas.

La chaya silvestre

El nombre científico de la chaya es *Cnidoscolus aconitifolius* y pertenece a la familia *Euophorbiaceae*. Es un arbusto común en zonas áridas y semiáridas de México, aunque su distribución se extiende más allá de sus límites. Los mayas peninsulares conocen a la chaya silvestre como “Tzin tzin chay”, denominación que hace referencia a su carácter urticante. Como todas las plantas del mismo género, la chaya silvestre produce grandes espinas o tricomas que inyectan toxinas. Tanto en tejidos vegetativos como reproductivos de la chaya silvestre, circula abundante látex blanco, también tóxico. Tanto los tricomas como el látex tóxico se consideran defensas efectivas contra los herbívoros. Además, la chaya silvestre tiene glándulas secretoras de néctar (nectarios) en la base de las hojas que son visitadas por hormigas, las cuales atacan a los herbívoros cuando estas u otro órgano de la planta son consumidos³.



Figura 2. Parientes silvestres de la chaya: *Cnidoscolus souzae* (izquierda) y *Cnidoscolus aconitifolius* (derecha). Nótese la abundante densidad de espinas urticantes. Fotos: Miguel A. Munguía Rosas.

A pesar del amplio arsenal defensivo que posee la chaya silvestre, los mayas la han usado desde tiempos remotos. Esta planta es empleada como alimento y medicina aún en la actualidad, principalmente en comunidades rurales con cierto grado de marginación. En la medicina tradicional de Yucatán se aplica como auxiliar en el tratamiento de la litiasis renal, infección de las vías urinarias, diabetes, hipertensión, entre otras afecciones. Sin embargo, las sustancias activas y sus mecanismos de acción, en su mayoría, son desconocidas^{4,5}.

Como cualquier especie silvestre, la chaya cumple una función en el ecosistema. Esta planta tiene flores masculinas y femeninas con polen y néctar para atraer abejas y mariposas, que son sus principales polinizadores. Estos recursos florales son abundantes y están disponibles durante gran parte del año, por lo que tiene importancia melífera. Las semillas están contenidas en frutos secos llamados cápsulas que explotan y las lanzan lejos de la planta madre después de las lluvias. La semilla posee un apéndice carnoso, rico en grasas, conocido como eleosoma, el cual es una especie de retribución para las hormigas que participan en su dispersión⁶.



Figura 3. Las flores de la chaya silvestre y algunos de sus visitantes más frecuentes. Fotos: Miguel E. Jácome Flores.

Domesticación de la chaya silvestre

La recolección de hojas de chaya silvestre para consumo humano que han hecho y siguen haciendo los mayas, no es aleatoria. Tradicionalmente se realiza en plantas y hojas con pocos tricomas⁷. Una

vez colectadas, las hojas se cuecen. Hoy en día se sabe que la cocción neutraliza algunas de las toxinas presentes en la chaya⁵. Estudios pioneros propusieron que la domesticación de la chaya pudo ser un proceso sencillo y rápido: selección de un mutante, presumiblemente con pocas espinas y hojas grandes para su posterior propagación, usando tallos de la planta madre o esquejes (una forma de clonación)⁸. El hecho de que exista gran variación natural en la forma, tamaño y densidad de tricomas en las hojas de la chaya silvestre y otras especies del mismo género, respaldan la propuesta⁷. Algunos autores han denominado el proceso como “domesticación de un solo paso”, ya que esencialmente consiste en clonar un individuo silvestre con rasgos (fenotipo) deseables. La domesticación de un solo paso fue el preponderante para explicar la domesticación de los cultivos clonales durante mucho tiempo. La gran mayoría de estos cultivos son árboles o arbustos de vida larga. Por lo tanto, la propagación clonal tiene beneficios adicionales para los cultivadores como lo son: alcanzar la madurez reproductiva más rápido y evitar las primeras fases del ciclo de vida, donde se observa mayor mortalidad⁹.

Contrario a la idea de la domesticación en un solo paso, recién se ha planteado que esta podría representar el primero de una serie de pasos en el camino hacia la domesticación de cultivos clonales⁹. En el caso específico de la chaya, es difícil sostener la idea de que el grupo diverso de caracteres que se expresa en diferentes órganos de la planta, fueron afectados en una dirección conveniente para los seres humanos durante uno o pocos eventos de mutación. A diferencia de la chaya silvestre, la domesticada tiene hojas más grandes con menos tricomas, tallos más gruesos con mayor capacidad de retención de agua y carbohidratos de reserva, entre otras características. Los genes que controlan tal variedad de rasgos se encuentran en diferentes regiones del genoma, lo que reafirma la idea de que la domesticación de la chaya se debió a múltiples mutaciones acumuladas a través de muchos años. Como señalan los estudios pioneros, es muy factible que el cultivo de chaya haya iniciado con la propagación por esquejes de un mutante silvestre con pocas tricomas. Sin embargo, el manejo y la selección de caracteres deseables continúa realizándose ex situ, en los huertos familiares de las comunidades mayas⁷.

Los mayas también realizan una propagación selectiva de la chaya. Es decir, la decisión sobre qué planta reproducir y qué tallo tomar para tal fin, no es al azar. Los esquejes seleccionados para su cultivo provienen de plantas que producen muchas hojas grandes. Además, seleccionan esquejes con tallos suculentos. La selección obedece a que el órgano que se consume son las hojas y a que el tallo funciona como unidad de propagación (propágulo). La instrumentación sistemática de esta selección por largos periodos ha generado una variedad conocida como chaya mansa que produce abundantes hojas grandes, con lóbulos fusionados y tallos con gran aptitud para propágulos. Dada la conveniencia de estas características para su consumo y propagación, la chaya mansa se ha convertido en la variedad dominante en los huertos familiares de Yucatán¹⁰.

Aunque no es un carácter relevante para sus cultivadores, las flores masculinas de la chaya mansa prácticamente no producen polen y las femeninas, rara vez desarrollan semillas. Esta condición pudo haber sido un efecto secundario de la selección sistemática de plantas con mayor asignación de recursos a órganos vegetativos como las hojas, lo que redujo los recursos disponibles para otros órganos. La pérdida de la reproducción sexual en la chaya pudo ser compensada por la optimización de la reproducción asexual por esquejes, al grado que la chaya mansa es un cultivo clonal obligado¹⁰.



Figura 4. Hojas y peciolos de chaya silvestre (izquierda) y domesticada (derecha). Nótese la pronunciada diferencia en densidad de espinas. Ambas plantas son visitadas por hormigas que consumen el néctar producido por nectarios extraflorales. Fotos: Virginia Solís Montero.

Otro prejuicio asociado con los cultivos clonales es que, dada su relativa homogeneidad genética, la variación morfológica frecuente se asume como producto de plasticidad fenotípica (variación morfológica inducida por el ambiente). Contrario a esta idea, la chaya domesticada tiene una menor variación que la chaya silvestre en atributos de las hojas cuando crece en ambientes contrastantes. Es decir, el fenotipo de la chaya domesticada parece ser de origen genético y no plástico¹¹. Aún es poco entendido cómo se genera variación y se selecciona en cultivos clonales. Una idea revolucionaría plantea que las mutaciones que se dan en órganos vegetativos (mutaciones somáticas) representan una oportunidad de selección en los organismos modulares, como las plantas, que producen múltiples copias de un mismo órgano. En el caso de la chaya, diferentes mutaciones somáticas podrían presentarse en los tallos que se usan durante la propagación. Es teóricamente posible que plantas derivadas de tallos con diferentes mutaciones somáticas fueran fenotípicamente diferentes, a pesar de venir de la misma planta madre¹².

Importancia de la chaya como modelo de estudio

La domesticación de cultivos clonales ha recibido poca atención con relación a los que se reproducen por semilla. En el pasado, la domesticación de cultivos clonales se le consideraba poco interesante, debido a que se asumía que el modelo de un solo paso era la generalidad en estos cultivos⁹. Adicionalmente, en este grupo de cultivares son frecuentes los arbustos y árboles de vida larga que son un gran desafío logístico para la experimentación. La chaya no solo es un cultivo de fácil propagación y bajo costo de mantenimiento, también es una especie de crecimiento rápido que alcanza su madurez sexual desde el primer año de vida. A diferencia de otros cultivos clonales, su historia de domesticación y sus parientes silvestres son conocidos. Los descendientes de los mayas mantienen prácticas ancestrales del manejo de la chaya, lo cual ayuda a reconstruir la historia de manejo y selección. Dado que pocos cultivos presentan estas características, son muy pocas especies modelo para entender la domesticación de cultivos clonales. De ahí la gran importancia de impulsar la chaya como modelo.

El trabajo realizado en el Laboratorio de Ecología Terrestre del Cinvestav (LET) está orientado a entender los efectos ecológicos de la domesticación de los cultivos clonales. El sistema de la chaya en la península de Yucatán es particularmente interesante cuando hay interés en las consecuencias ecológicas de la domesticación, debido a que la forma silvestre y el cultivar coexisten geográficamente. En este sistema, la chaya domesticada puede considerarse un fenotipo novedoso y sugiere una gran oportunidad para entender cómo responden otras especies que interactúan con ella (herbívoros, polinizadores, patógenos) ante novedades evolutivas. La coocurrencia ¿también llamada simpatria en Biología? de la chaya silvestre y cultivada, también es pertinente para estudiar cómo emergen barreras productivas y explorar si ello conduce a la divergencia entre poblaciones de la misma especie en ausencia de aislamiento geográfico, de forma similar como ocurre durante la especiación simpátrica⁶.

Un recurso prioritario para la conservación

En la península de Yucatán, las hojas de chaya se consumen frecuentemente ¿incluso todos los días? en una amplia variedad de platillos. Es altamente nutritiva y tiene propiedades antioxidantes, lo que proporciona diversos beneficios para la salud⁵. Recientemente, la chaya fue llevada a algunas regiones de Asia, África y Oceanía, donde es muy apreciada por sus bajos requerimientos de agua¹³. Sin embargo, la preocupación es la pérdida de diversidad genética por su naturaleza de cultivo clonal. La experiencia con otros cultivos clonales ha enseñado que la baja diversidad genética incrementa la vulnerabilidad a plagas o patógenos. Por ello, es crucial conservar las poblaciones de plantas silvestres que están sujetas a fuertes presiones de selección, por lo tanto, son capaces de desarrollar más rápidamente defensas o resistencia contra nuevas plagas y patógenos. Así, la chaya silvestre podría utilizarse como fuente de genes de resistencia para emplearse en procesos de mejoramiento genético.

Lograr la conservación *in situ* de la chaya silvestre requiere también conocer las interacciones de las cuáles depende la planta para su reproducción, como son los polinizadores y dispersores. Dado el abrumador avance de la frontera agrícola, la urbanización y el cambio masivo en el uso de suelo que estos impulsan, es necesario pensar en la conservación *ex situ*, como la que se da en bancos de germoplasma donde se almacenan en frío semillas o tejidos. Debido a la importancia que tiene la chaya en la Península de Yucatán, el LET realiza esfuerzos coordinados con el Banco de Germoplasma del Centro de Investigación Científica de Yucatán para alcanzar la meta de conservación *in situ* y *ex situ* de la chaya silvestre y domesticada.

Referencias

¹ Weisdorf, J.L. (2005) From foraging to farming: Explaining the neolithic revolution. *Journal of Economic Surveys*, 19(4), 561-586.

² Diamond, J. (2002) Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. *Nature*, 418, 700-707.

³ Solís-Montero, V., Martínez-Natarén, D., Parra-Tabla, V., Ibarra-Cerdeña, C.N., Munguía-Rosas, M.A. (2020) Herbivory and anti-herbivore defenses in wild and cultivated *Cnidocolus aconitifolius*: disentangling domestication and environmental effects. *AoB Plants*, 12(3), plaa 023.

⁴ Méndez-González, M., Durán, R., Borges, R., Peraza, S., Dorantes, A., Tapia, J.L. (2012) Flora medicinal de los Mayas peninsulares. Mérida, México: CICY-PRONATURA.

⁵ Markus, V., Abbey, P.A., Yahaya, J., Zakka, J., Yatai, K.B., Oladeji, M. (2016) An underexploited tropical plant with promising economic value and the window of opportunities for researchers: *Cnidocolus aconitifolius*. *American Journal of Food Science and Nutrition Research*, 3(6), 177-187.

- ⁶ Munguía-Rosas, M.A., Jácome-Flores, M.E. 2020. Reproductive isolation between wild and domesticated chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) in sympatry. *Plant Biology*, 22(5), 932-938.
- ⁷ Munguía-Rosas, M.A., Jácome-Flores, M.E., Bello-Bedoy, R., Solís-Montero, V., Estrada-Ochoa, E. (2019) Morphological divergence between wild and cultivated chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) (Mill.) I.M. Johnst. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 66, 1389-1398.
- ⁸ Ross-Ibarra, J., Molina-Cruz, A. (2002) The ethnobotany of Chaya (*Cnidoscolus Aconitifolius* ssp. *Aconitifolius* Breckon): A nutritious maya vegetable. *Economic Botany*, 56(4), 350-365.
- ⁹ Denham, T., Barton, H., CCastillo, C., Crowther, A., Dotte-Sarout, E., Florin, S.A., Pritchard, J., Barron, A., Zhang, Y., Fuller, D.Q. (2020) The domestication syndrome in vegetatively propagated field crops. *Annals of Botany*, 125(4), 581-597.
- ¹⁰ Munguía-Rosas, M.A. (2021) Artificial selection optimizes clonality in chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*). *Scientific Reports* 11, 21017.
- ¹¹ Munguía-Rosas, M.A. (2022) Domestication reduces phenotypic plasticity in chaya (*Cnidoscolus aconitifolius* (Mill.) I.M. Johnst). *Botanical Sciences*, 100(1), 93-106.
- ¹² Klekowski E.J. (2003) Plant clonality, mutation, diplontic selection and mutational meltdown. *Biological Journal of the Linnean Society*, 79(1), 61-67.
- ¹³ Ebel R., Méndez-Aguilar M., Castillo-Cocom J.A., Kissmann S. (2019) Genetic diversity in nutritious leafy green vegetable—Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*). En: Nandwani D. (ed.). *Genetic diversity in horticultural plants. Sustainable development and Biodiversity*. NY, USA: Springer.

This entry was posted on Wednesday, March 23rd, 2022 at 12:56 pm and is filed under [Ciencias Naturales y de la Salud](#), [Zona Abierta](#)

You can follow any responses to this entry through the [Comments \(RSS\)](#) feed. Both comments and pings are currently closed.