

Fecha de recepción: 2 -agosto- 2020

Fecha de aceptación: 06 -abril- 2021

CONOCIMIENTO LOCAL, IMPORTANCIA CULTURAL Y ADOPTABILIDAD DE TRES ESPECIES ARBÓREAS MULTIPROPÓSITO EN SISTEMAS AGROFORESTALES DEL CENTRO DE VERACRUZ, MÉXICO

Eleonora Camacho Moreno¹, Silvia López Ortiz^{1*}, Alfonso Suárez Islas², Juan Ignacio Valdez Hernández³

¹Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, km. 88.5 de la carretera Federal Xalapa- Veracruz, predio Tepetates, Municipio Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México. C.P. 91690.

²Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Av. Universidad km. 1, ex Hacienda de Aquetzalpa, C.P. 43600, Tulancingo, Hidalgo, México.

³Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, km. 36.5 carretera Federal México- Texcoco, C.P. 56230, Col. Montecillo, Texcoco, Edo. de México, México.

*Correo: silvialopez@colpos.mx

RESUMEN

El conocimiento sobre las formas locales de manejo y conservación de los recursos naturales contribuye al manejo racional y la conservación de la diversidad biológica. El objetivo de esta investigación fue describir el conocimiento etnobotánico que los agricultores tienen de las especies *Calyptanthes schiedeana*, *Lysiloma acapulcense* y *Handroanthus ochraceus* subsp. *neochrysanthus* y su disposición para incluirlas en sistemas agroforestales. Se realizó un estudio descriptivo y explicativo en tres localidades de la región centro de Veracruz, donde se eligieron aleatoriamente el 10% de productores de cada comunidad para obtener información mediante entrevistas. Con la información obtenida se elaboraron tablas de frecuencias y listados de usos para calcular: 1) el índice de conocimiento local enfocado a la ecología y manejo de los árboles, 2) índice de importancia cultural, 3) la adoptabilidad y 4) la probabilidad de adopción de las tres especies arbóreas. El conocimiento local general que los productores tienen sobre las especies es alto (0.96-0.97) y diferente entre localidades ($P < 0.002$) y fue mayor en Bandera de Juárez y Patancán ($P = 0.0002$) que en Paso Panal. Sin embargo, lo que conocen de una especie es similar a lo que conocen de las otras especies ($P = 0.943$) (tipos de suelo, asociaciones con otras especies, fenología y morfología). También, en las tres comunidades se aplica la misma intensidad de manejo de las especies ($P > 0.194$), y la importancia cultural de cada especie es distinta ($P < 0.0001$), sobresaliendo *L. acapulcense* con mayor importancia cultural (36.7). La adoptabilidad (17.1-19.4; $P < 0.05$) y la probabilidad de adopción (77.5-68.4%; $P < 0.0001$) de las especies en sistemas agroforestales propuestos fueron más altas también en Bandera de Juárez y Patancán. El conocimiento que los agricultores tienen es alto y difiere entre las comunidades; no obstante, *L. acapulcense* sobresalió por sus índices de conocimiento, importancia cultural y adoptabilidad sobre *H. ochraceus* y *C. schiedeana*, para establecerse en sistemas agroforestales.

PALABRAS CLAVE: *Calyptanthes schiedeana*, etnobotánica, *Handroanthus ochraceus* subsp. *neochrysanthus*, *Lysiloma acapulcense*.

LOCAL KNOWLEDGE, CULTURAL VALUE AND ADOPTABILITY OF THREE MULTIPURPOSE SPECIES IN AGROFORESTRY SYSTEMS OF CENTRAL VERACRUZ, MEXICO

ABSTRACT

Knowledge of local forms of management and conservation of natural resources contributes to rational management and conservation of biodiversity. The objective of this research was to describe the existing ethnobotanical knowledge about *Calyptrocalyx schiedeana*, *Lysiloma acapulcense* and *Handroanthus ochraceus* subsp. *neochrysanthus*, their cultural values, and the likelihood of producers to include each species in agroforestry systems. A descriptive and explanatory study was carried out in three communities in central Veracruz, where 10% of farmers from each community were randomly chosen to be interviewed. Data collected was used to build frequency tables and lists of species were used to calculate: 1) a local knowledge index focused on ecological knowledge and management of the tree species, 2) a cultural value index, 3) adoptability of each species, and 5) the likelihood of producers using each tree species in suggested agroforestry systems. The local knowledge that farmers have of the species is high (0.96-0.97) but differs among communities ($P < 0.002$). Local knowledge was greater in Bandera de Juárez and Patancán ($P = 0.0002$) than in Paso Panal, while the existing knowledge of each species was similar among the three species ($P = 0.943$) (soil type, associations with other species, phenology, and morphology). Although farmers from all communities practice similar management for all three species ($P > 0.194$), the cultural value conferred to each species differed significantly ($P < 0.0001$), with *L. acapulcense* having the greatest cultural value (36.7) of the three species examined. The adoptability (17.1 - 19.4; $P < 0.05$) and likelihood (77.5-68.4%; $P < 0.0001$) of using the species in the proposed agroforestry systems were higher in Banderas de Juárez and Patancán. Local knowledge that farmers have about the tree species is high and differs among communities. There is a higher index of knowledge, cultural value, and adoptability to be gained in agroforestry systems by using *L. acapulcense* compared to *H. ochraceus* and *C. schiedeana*.

KEYWORDS: *Calyptrocalyx schiedeana*, ethnobotany, *Handroanthus ochraceus* subsp. *neochrysanthus*, *Lysiloma acapulcense*.

INTRODUCCIÓN

La etnobotánica estudia el conocimiento botánico que posee cualquier comunidad e incorpora todos los aspectos utilitarios, ecológicos y cognitivos tanto del uso de plantas como del manejo de la vegetación, permitiendo a las sociedades rurales producir y reproducir las condiciones materiales y espirituales de su existencia social, adaptándose y modificando los ecosistemas debido a la coevolución entre cultura y naturaleza (Leff, 1977; Berkes *et al.*, 2000; Toledo y Alarcón-Chaires, 2012). Los estudios etnobotánicos son de gran importancia para la conservación del conocimiento sobre los recursos (Toledo, 2001); ese conocimiento puede ser utilizado por las personas para planificar el manejo y la conservación

de la diversidad biológica mediante la manipulación de plantas, animales, hábitats y ecosistemas (Olsson *et al.*, 2004). Este conocimiento local no es un conocimiento generalizado, está vinculado a grupos sociales específicos y en posesión de casi todos los integrantes de una comunidad o territorio. Este es esencialmente un conocimiento empírico, práctico e informal, que cambia constantemente conforme las personas se adaptan a las circunstancias de cambio (Morris, 2010; Casanova-Pérez *et al.*, 2016). El conocimiento local permite generar alternativas filosóficas para un sistema más racional de la gestión de recursos, un ejemplo de este proceso es lo que hacen los Kayapó del Amazonas quienes manipulan y crean una alta variedad de microclimas y zonas ecológicas al plantar especies asociadas, al conocer

las secuencias de siembra y los procesos fenológicos de ciertas especies frutales que plantan para atraer especies de caza, y recuperar los lugares que están en descanso, enriqueciendo la diversidad biológica en los territorios que manejan (Posey, 1985).

El conocimiento ecológico es parte del conocimiento local (Cotton, 1996; Reyes-García y Sanz, 2007), se construye a través de las interacciones cotidianas de los grupos sociales con su medio, también puede contribuir a diseñar planes de manejo y conservación de los recursos naturales en diversas regiones incluyendo las tropicales (Albuquerque *et al.*, 2009; Houehanou *et al.*, 2011). Este conocimiento puede estar integrado a un manejo agroforestal tradicional (Cotton, 1996) o incluirse en estrategias de manejo que emergen y son dirigidas hacia prácticas agroforestales que integran especies de plantas nativas con la agricultura tradicional (Posey, 1985).

Los sistemas agroforestales pueden integrar especies de árboles nativos de particular importancia para comunidades rurales, que son importantes no solo por la producción de madera, también lo son por otros atributos como la fumosidad, los olores y sabores de la leña o el carbón y la ausencia de espinas, entre otras características (Wood y Burley, 1995). Por lo anterior, es importante tener conocimiento de sus características, usos y preferencias de las personas, para integrarlos a los sistemas agroforestales. Estos conocimientos se pueden integrar y valorar mediante el uso de índices que se han desarrollado y cuyos resultados se emplean para influir en la toma de decisiones y el manejo de los árboles (y otras plantas). Para un manejo sostenible de los recursos forestales se deben conocer los usos (comerciales y no comerciales), que pudieran representar un riesgo potencial para el mantenimiento de las poblaciones naturales de las especies. También es importante determinar las especies prioritarias que requieren un estudio detallado de sus poblaciones, y así emprender acciones hacia la conservación y su manejo adecuado (Marín *et al.*, 2005).

La adopción y adaptación de tecnologías agroforestales que involucran recursos forestales locales, pueden estar

influenciadas por las políticas de uso de los recursos y de las tierras, la disponibilidad de mano de obra, seguridad alimentaria, la rentabilidad percibida, la contribución a la sostenibilidad y acceso a la información (Enyong *et al.*, 1999). También, las tecnologías disponibles pueden requerir, entornos biofísicos (sequía, plagas, enfermedades, y la facilidad para la cocción de frutos) y condiciones socioeconómicas adecuadas (edad del productor, años de experiencia siendo productor, tamaño de la parcela, ayuda de extensionistas, participación del productor en talleres), además de un conocimiento y actitudes favorables. Esto debido a que la percepción de los productores sobre los atributos de las tecnologías influye en sus decisiones de adopción (Adesina y Baidu-Forson, 1995). Cuando estos factores no están en congruencia, las prácticas de los agricultores discrepan entre su conciencia y actitudes. Ser conscientes de una innovación no conduce necesariamente a la adopción (Mekoya *et al.*, 2008). En los últimos años las decisiones de los productores de plantar árboles en sus parcelas se han basado fundamentalmente en los intereses económicos más que ecológicos (Salam *et al.*, 2000).

Al parecer, el principal criterio usado por productores agroforestales para adoptar árboles en sus fincas es la variedad de beneficios inmediatos a los medios de vida, en lugar de beneficios a largo plazo como el mejoramiento del suelo (Sirrine *et al.*, 2010). Sin embargo, eso puede depender de los propósitos para los que se requieran los árboles, porque Linkimer (2002) encontró que los productores de café de la región media de la zona cafetalera Atlántica de Costa Rica, utilizan criterios para seleccionar especies arbóreas por sus funciones de servicio, tales como la presencia de ciertos rasgos funcionales (forma y tamaño de copa, tamaño de las hojas, estructura de la raíz, y estacionalidad del follaje); permitiéndoles visualizar la cantidad de servicios que estas especies pueden proveer al sistema y su potencial contribución a la sostenibilidad ecológica y productiva del mismo.

El manejo puede definirse como el conjunto de decisiones, intervenciones o transformaciones hechas sobre los sistemas naturales o artificiales, de acuerdo con las

necesidades del hombre; el manejo puede realizarse *in situ* cuando es dirigido hacia la recolección, tolerancia, inducción y protección (eliminación de competidores y depredadores, aplicación de fertilizantes, podas, etc.) de especies vegetales, y también puede ser *ex situ* con acciones como sembrar propágulos y trasplantar individuos (Casas *et al.*, 1997; Casas *et al.*, 2014).

Guayabillo (*Calyptrocalyx schiedeana* O. Berg; Myrtaceae), Guaje sabana (*Lysiloma acapulcense* (Kunth) Benth.; (Fabaceae) y Flor de día (*Handroanthus ochraceus* subsp. *neochrysanthus* [A.H. Gentry & S.O. Grose]; Bignoniaceae), son característicos de sistemas agroforestales de la parte central de Veracruz, México. Estudios sobre su fenología y arquitectura arbórea indican que tienen atributos compatibles con los cultivos agrícolas y las gramíneas de importancia en la región (Camacho-Moreno *et al.*, 2017). Tienen hojas medianas a pequeñas que permiten el paso de luz, densidad foliar entre 1.17 y 2.01 m²m⁻³ en su momento de mayor crecimiento vegetativo, altura total que permite el manejo agrícola bajo las copas (5.8 a 9.8 m), tamaño de copa de 3.8 a 7.3 m en diámetro y copas de distintas formas (esférica ovoidal, aparasolada, cilíndrica) que pueden modificarse mediante podas; sus atributos fenológicos como la fructificación y caída de hojas permiten la apertura del dosel por periodos prolongados en los que no limitan el paso de luz para los cultivos. Se eligieron estas tres especies porque están entre las 10 más importantes en la región por su utilidad en la vida cotidiana de las personas (Suárez *et al.*, 2012), porque forman parte de sistemas agroforestales tradicionales, por su importancia para la vida silvestre y porque en la actualidad son escasas en el paisaje. Sin embargo, hace falta un mayor entendimiento del conocimiento que existe de estas especies y del manejo que los productores hacen a estos árboles en sus potreros y parcelas, y la disposición que existe para integrarlos deliberadamente en sistemas agroforestales. Por ello, el presente estudio tuvo como objetivos describir el conocimiento etnobotánico de éstas tres especies arbóreas multipropósito, mediante el uso de distintos índices para aproximarnos a conocer el valor cultural que poseen y la disposición de los agricultores ante la posibilidad de incluirlas en sus sistemas agroforestales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. El estudio se realizó de enero a marzo del 2015, en Bandera de Juárez (733 habitantes), Paso Panal (167 habitantes) y Patancán (112 habitantes) (SEDESOL, 2015), localidades del municipio de Paso de Ovejas en el centro del estado de Veracruz, México. Geográficamente se localizan entre las coordenadas 19°11'58.27" y 19°12'54.18" N y 96°25'25.28" y 96°30'46. 29" O, a una altura promedio de 269 msnm. El clima es del tipo Aw₀" (w) (i) g, que es el más seco de los cálidos subhúmedos, con precipitación <700 mm anuales (CNA, 2020), lluvias en verano, presencia de sequía intraestival y temperatura media anual de 24°C (García, 1973). El tipo de vegetación en esta zona geográfica es selva baja caducifolia, importante por su estructura y diversidad florística y su endemismo de flora vascular (Castillo-Campos, 2005; 2007). La actividad agropecuaria representa la principal fuente de ingresos (crianza de bovinos y ovinos, cultivo de maíz, sorgo escobero, calabaza y tamarindo) para las familias de esta zona (Candelaria, 2011).

Alcance de la investigación. Se realizó un estudio de tipo descriptivo y explicativo para investigar: 1) el conocimiento local (ecológico y manejo), 2) importancia cultural, 3) adoptabilidad y 4) probabilidad de adopción de *C. schiedeana*, *L. acapulcense* y *H. ochraceus*.

Metodología de las entrevistas. Para abordar los puntos 1 y 2 de la sección anterior, se realizaron entrevistas estructuradas a una muestra aleatoria de 10% del total de ejidatarios registrados de cada localidad, en total se incluyeron 28 productores de ambos sexos, en edades entre 40 y 80 años. Después, se realizó una segunda entrevista para evaluar la adoptabilidad y probabilidad de adopción (puntos 3 y 4). En esta etapa se utilizó una guía de entrevista semiestructurada y se entrevistaron solo a 22 productores que estuvieron disponibles (debido a sus ocupaciones) de los 28 que participaron en la primera entrevista. Las entrevistas se llevaron a cabo en las parcelas o en los hogares de las personas.

Las respuestas sobre el conocimiento de la ecología y el manejo de las especies se clasificaron en respuestas

categorías y dicotómicas y otras fueron respuestas a preguntas abiertas, después se les asignó el valor 1 cuando la respuesta indicaba que tenían el conocimiento y 0 cuando desconocían la respuesta, con estos valores se obtuvieron tablas de frecuencia. Se investigaron los usos que las personas hacen de las especies para obtener el índice de importancia cultural. Las respuestas a las preguntas se utilizaron para elaborar categorías de usos (9 categorías), y se asignó el valor de 1 a cada categoría mencionada por los participantes, para construir una tabla de frecuencias de mención (de usos). Esta tabla se utilizó para elaborar los subíndices de la importancia cultural.

Para determinar la adoptabilidad y probabilidad de adopción de los árboles y diseños agroforestales propuestos, se hicieron preguntas cerradas (qué especie de árbol prefiere y qué diseño agroforestal elige de los cuatro propuestos), preguntas abiertas (para decir el por qué de su elección), preguntas con respuestas en escala de porcentajes (0 a 100%) y con respuestas en la escala de Likert sobre los atributos del diseño agroforestal elegido (superioridad, compatibilidad con su manejo de la tierra y su tiempo, simplicidad del diseño, factibilidad para plantación y observabilidad de los resultados). Finalmente se obtuvieron respuestas a preguntas abiertas sobre las limitantes que tendrían para adoptar e implementar algún diseño de los propuestos.

Índices de conocimiento ecológico por productor y general. Se definieron nueve indicadores para obtener el índice de conocimiento ecológico por productor (*ICp*) para cada especie de árbol y el índice de conocimiento ecológico general (*ICg*), este último incluye a todos los productores de las tres comunidades y se calcula también para cada especie de árbol (Reyes-García *et al.*, 2006; Dhakal *et al.*, 2015). Los indicadores para este estudio fueron: 1) en qué tipos de suelos crecen los árboles, 2) en qué lugares se les encuentran (terrenos de valles, lomerío o riveras de arroyos), 3) con qué otras especies se asocian, 4) si permiten el crecimiento de otras plantas bajo su copa, 5) qué plagas y enfermedades les afectan, 6) su resistencia a sequías, 7) aspectos de su fenología, 8) su morfología (hojas, flores, frutos, semillas),

y 9) la forma en que se reproducen. Los indicadores entre estudios pueden variar en número y en tipos de conocimientos que se evalúen, pero independientemente de eso, se pueden integrar en la Ecuación 1.

El *ICp* es la sumatoria del valor de los indicadores ($i = 1$ a 9) del conocimiento en el productor X_i , entre el número total de indicadores ($n = 9$; Ecuación 1):

$$ICp = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (\text{Ecuación 1})$$

El *ICg* es el cociente de dividir la sumatoria del conocimiento ecológico de todos los productores entre el número total de productores ($K = 28$) que participaron (Ecuación 2):

$$ICg = \frac{\sum_{i=1}^n ICp}{K} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Los indicadores adquieren valores de 0 a 1, donde 0 denota un nulo conocimiento y 1 es indicador de un completo conocimiento de los aspectos evaluados.

Índice de manejo por productor y general. Se calcularon los índices de manejo por productor (*IMp*) y general (*IMg*), tomando como indicadores: a) el control de vegetación arvense, b) podas, c) abonado de los árboles, d) manejo del fuego para evitar el daño a los árboles y e) protección de los árboles contra el ganado. Se calculó el índice de manejo para cada especie de árbol por separado, con cada productor y el índice de manejo general que incluye a todos los productores de las tres comunidades, mediante las ecuaciones 3 y 4. Las ecuaciones se han descrito para medir el conocimiento que las personas tienen y manejo que hacen con los recursos (Bermúdez y Velazquez, 2002; Reyes-García *et al.*, 2006; Dhakal *et al.*, 2015).

El *IMp* es el cociente de dividir la sumatoria del valor de los indicadores i ($i = 1$ a 5) para el productor X_i , entre el número total de indicadores ($n = 5$) de manejo (Ecuación 3).

$$IMp = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (\text{Ecuación 3})$$

El IMg es la sumatoria de los índices de manejo por cada productor (IMp) entre el número total de productores K ($K = 28$; Ecuación 4).

$$IMg = \frac{\sum_{i=1}^n IMp}{K} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Al igual que el , los indicadores adquieren valores de 0 a 1, donde 0 denota un nulo manejo y 1 es indicador de que se implementan todas las prácticas de manejo incluidas en el índice.

Índice de Importancia cultural. Se obtuvo el índice de importancia cultural (IIC) de cada especie utilizando el índice propuesto por López y Valdez (2011), compuesto por tres subíndices: 1) intensidad de uso relativo de la especie (Iur), 2) frecuencia de mención relativa (Fmr) y 3) valor de uso total relativo (Vu_{tz}), integrados en la Ecuación 5.

$$IIC = \frac{Iur + Fmr + Vu_{tz}}{3} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Dónde:

Iur es la intensidad de uso relativa calculada para cada especie y cada comunidad, expresada como la intensidad de usos (Iu_z) que se le dan a una especie z (1 a 3) para todos los informantes, entre el número total de usos (u_t) de todas las especies y todos los informantes de todas las comunidades evaluadas, expresado en porcentaje.

$$Iur = \frac{Iu_z}{u_t} * 100$$

Iu_z es el número de usos de la especie z para todos los informantes, entre el número total de usos u (1 a 9) mencionados expresado en porcentaje.

$$Iu_z = \frac{u_z}{u} * 100$$

Fmr es la frecuencia de mención y representa la sumatoria de las frecuencias de menciones (Fm) de todos los usos mencionados por todos los informantes para una especie, entre la frecuencia total de menciones (Fm_t) para todas las especies, todos los usos y todos los informantes, expresado en porcentaje.

$$Fmr = \frac{Fm}{Fm_t} * 100$$

Fm es la frecuencia de mención y representa la sumatoria del número de menciones (m) de todos los usos, por todos los informantes, para la especie z .

$$Fm = \sum mz$$

Vu_{tz} es el valor de uso total relativo que representa al valor de uso total de la especie z (*C. schiedeana*, *L. acapulcense* o *H. ochraceus*) entre el número total de usos mencionados ($u = 9$).

$$Vu_{tz} = \frac{Vu_{tz}}{u}$$

Vu_z es el valor de uso total de la especie que consiste en la sumatoria de todos los valores de usos que tiene una especie z (1 a 3).

$$Vu_{tz} = \sum Vu_z$$

El término mención se refiere al hecho de que cada participante mencione los usos que hace de la especie.

El valor de uso (Vu_z) de las especies se obtuvo utilizando el índice propuesto por López y Valdez (2011), que refleja las frecuencias de menciones para un uso u_x (artesanías, barrera viva, comestible, construcción, forraje, herramienta, leña, poste o sombra) de la especie z (*C. schiedeana*, *L. acapulcense* o *H. ochraceus*) por todos los informantes, entre el número total de menciones para un uso x , para todas las especies y por todos los informantes, expresado en porcentaje (Ecuación 6).

$$Vu_z = \frac{u_{xz}}{u_x} * 100 \quad (\text{Ecuación 6})$$

En cada localidad se calculó el índice para cada especie por separado, pero relativo a los usos de las tres especies juntas.

Índice de Adoptabilidad y probabilidad de adopción de las especies por los productores. Se evaluó la adoptabilidad de las especies mediante el índice de adopción de una recomendación agroforestal, con el método

propuesto por Somarriba (2009). De acuerdo a este autor, la adopción de una recomendación agroforestal es un proceso en el que el productor conoce la innovación, aplica la innovación y posteriormente en un tiempo decide o no finalmente adoptarla e incorporarla en el manejo de su parcela. Durante el proceso, el productor está sujeto a múltiples factores (conocimiento, recursos, motivación, políticas, factores sociales, biofísicos, económicos entre otros) que influyen en su decisión.

En esta investigación se adaptó el Índice de Adoptabilidad (*IAD*) propuesto por Somarriba (2009), en el sentido de asumir que los productores ya habían experimentado las recomendaciones agroforestales propuestas, que fueron cuatro diseños de plantación en las que se incluía una de las tres especies arbóreas bajo estudio (elegida por el mismo participante): 1) plantación de árboles en líneas a una distancia de 9x3 m dentro de las parcelas, 2) árboles agrupados y espaciados a 3 m dentro de las parcelas, 3) árboles en los linderos internos espaciados a 3 m, y 4) árboles en los linderos del predio espaciados a 3 m. Se evaluaron los atributos: 1) superioridad: se refirió a la comparación del diseño de plantación agroforestal sobre la situación presente del productor, 2) compatibilidad de la recomendación con las características y necesidades del productor, 3) simplicidad de lo recomendado, 4) factibilidad de implementar o experimentar la recomendación y 5) el resultado (beneficio) de su aplicación es claro y observable. Durante la entrevista, cada participante asignó una calificación a la importancia de cada uno de los atributos, en escala de porcentajes (0 a 100%), y se utilizaron para asignar los “pesos” a cada atributo en proporción (0-1); después, el participante asignó una calificación a cada atributo respondiendo a preguntas específicas, en una escala del 1 (mínima calificación) al 5 (máxima calificación); los valores se integraron en la Ecuación 7.

$$IAD = W_1 C_1 + W_2 C_2 + W_3 C_3 + W_4 C_4 + W_5 C_5$$

(Ecuación 7)

Donde W_i son los pesos (en escala 0-1) asignados por los productores al atributo y C_i es la calificación de los productores al atributo “i”.

En la expresión $0 \leq IAD \leq 25$, el valor máximo (25) se obtiene cuando todos los atributos son igualmente importantes y cada atributo se califica con el valor máximo de 5, un valor cercano a cero se obtiene si todas las calificaciones de atributos son 1 y los pesos son ceros o muy cercanos a cero, considerando así que el valor más alto de adoptabilidad es 25.

La estimación porcentual de la Probabilidad de Adopción (*PAD*) de la recomendación se obtiene dividiendo el *IAD* entre el valor máximo, expresado en porcentaje (Ecuación 8).

$$PAD = \frac{IAD}{25} * 100$$

(Ecuación 8)

La entrevista con cada productor se enfocó también a preguntar ¿cuál es la especie que prefiere?, el ¿por qué prefiere esa especie en particular?; si ¿establecerían las especies con apoyo económico?, ¿cuál sería su lugar de preferencia donde establecería las especies?; ¿qué diseño adoptarían al establecer las especies?, ¿a qué se debió su decisión?, ¿cuál sería el número de árboles que establecería?, ¿qué lo limitaría a no establecer los árboles?; y si no se les otorgara apoyo económico ¿aún plantaría los árboles?.

Análisis de los datos. Se hicieron análisis de varianza (ANOVA) a los índices de conocimiento ecológico y de manejo por productor, y pruebas de comparación de medias de mínimos cuadrados para determinar diferencias entre comunidades y especies de árbol, empleando el software SAS Institute Inc., versión 4.3.0 (SAS, 2010). Los índices de conocimiento ecológico general y de manejo total no se analizaron porque se generaron solo tres valores, uno para cada especie. El Índice de Importancia Cultural y sus subíndices (intensidad de uso, intensidad de uso relativo, valor de uso total relativo, y frecuencia de mención relativa) se analizaron con el procedimiento ANOVA para encontrar diferencias entre especies, y se hicieron comparaciones de medias con la prueba de Tukey. Los usos que las personas dan a cada especie de árbol se analizaron con el procedimiento GLINMIX para datos con distribución Poisson, determinando diferencias entre comunidades, especies y usos de los árboles, y

se realizaron comparación de medias con LSmeans. El valor de uso por especie no se analizó por ser solo un valor. La adoptabilidad y la probabilidad de adopción se analizaron con el procedimiento GLM y pruebas de LSmeans para encontrar diferencias entre comunidades.

RESULTADOS

Índice de conocimiento ecológico e índice de manejo.

El índice de conocimiento ecológico general que los productores tienen de las especies estudiadas es alto, y se encontró que el conocimiento que tienen fue similar para las tres especies (Tabla 1); sin embargo, los productores manifestaron distinto índice de conocimiento ecológico entre las comunidades ($P = 0.002$), aunque todos los índices son altos ($ICp > 0.93$; Tabla 1), en Bandera de Juárez y Patancán hay un mayor conocimiento de los aspectos ecológicos de los árboles que en Paso Panal. En general, los productores de las tres comunidades manifiestan conocimiento en todos los aspectos investigados (Tabla 2), siendo menor en referencia a plagas y enfermedades que los árboles pudieran tener.

También se encontró que, aunque los productores manejan a los árboles de las tres especies, el índice de manejo total es bajo (0.11 al 0.13; Tabla 1). En todas las comunidades se observó la misma intensidad de manejo por productor ($P > 0.194$) que hacen a los árboles (0.124 ± 0.015 ; Tabla 1), y resaltó que la única actividad que no realizan es la aplicación de abonos de ningún tipo a las especies arbóreas (Tabla 2).

Índice de Importancia cultural. La especie con mayor índice de importancia cultural fue *L. acapulcense*, seguida de *H. ochraceus*, y *C. schiedeana*, aunque los valores son muy cercanos (Tabla 3). Sin embargo, las tres especies tuvieron la misma intensidad de uso e intensidad de uso relativo. En general, *L. acapulcense* y *H. ochraceus* tienen un mayor valor de uso total de la especie y valor de uso total relativo que *C. schiedeana*; también, *L. acapulcense* tuvo la mayor frecuencia de mención relativa a las menciones de usos que los productores hicieron (Tabla 4).

Independientemente de la comunidad, los productores mencionaron un total de nueve usos para las especies de árbol estudiadas (Tabla 4). En general, hubo diferencias entre las especies para algunos de los usos que les dan (interacción de especies*usos; $P < 0.0001$), por ejemplo, destaca que *L. acapulcense* es la más utilizada para elaborar artesanías y postes y como árbol de sombra, mientras que *H. ochraceus* y *C. schiedeana* tienen un mayor uso para elaborar herramientas, y esta última especie también es apreciada como alimento, por sus frutos que se utilizan para elaborar dulces y bebidas artesanales. Todas las especies son utilizadas como barreras vivas, madera para la construcción y leña, y ninguna especie tiene un uso forrajero.

Índice de Adoptabilidad y Probabilidad de Adopción de las especies arbóreas. Se encontró que la adoptabilidad ($P < 0.0001$) y la probabilidad de adopción de las especies ($P < 0.0001$) difirieron entre comunidades,

Tabla 1. Índices de conocimiento ecológico y de manejo de las especies arbóreas *Calyptanthes schiedeana*, *Lysiloma acapulcense* y *Handroanthus ochraceus*, existente en tres localidades de Paso de Ovejas, Veracruz.

ÍNDICES	VALORES POR ESPECIE Y POR COMUNIDAD		
	<i>Lysiloma acapulcense</i>	<i>Handroanthus ochraceus</i>	<i>Calyptanthes schiedeana</i>
Índice de conocimiento general	0.97	0.96	0.96
Índice de manejo general	0.11	0.13	0.13
	Bandera de Juárez	Paso Panal	Patancán
Índice de conocimiento ecológico por productor	0.985 ± 0.016^a	0.938 ± 0.016^b	0.987 ± 0.016^a
Índice de manejo por productor	0.113 ± 0.047^a	0.105 ± 0.047^a	0.177 ± 0.047^a

Medias aritméticas \pm error estándar. Literales diferentes del superíndice dentro de una fila indican diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$).

Tabla 2. Indicadores de conocimiento y manejo por productor utilizados para construir los índices de conocimiento general y de manejo total. Los indicadores pueden tomar valores de 0 a 1.

VARIABLES DEL INDICADOR	VALORES
<i>Indicadores de conocimiento por productor</i>	
Conocimiento de suelos	1.0
Conocimiento de su asociación	1.0
Crecimiento de sotobosque	1.0
Plagas y enfermedades	0.71
Resistencia a sequía	1.00
Fenología	0.98
Morfología	1.00
Forma de reproducción	0.98
<i>Indicadores de manejo por productor</i>	
Control de arvenses	0.345
Desrames	0.202
Manejo de fertilidad	0.000
Manejo del fuego	0.036
Protección contra ganado	0.036

siendo en Bandera de Juárez y Patancán donde los productores tuvieron mayor interés en los árboles (P < 0.05; Tabla 5).

Los productores mencionaron que su preferencia es establecer árboles de *L. acapulcense* en sus parcelas o potreros, en segundo lugar, establecerían *H. ochraceus*, en tanto que *C. schiedeana* no fue favorito. Algunos de sus argumentos por la preferencia de *L. acapulcense* fueron: porque “da buena sombra y su madera es buena”, “se ve más bonito el árbol”, “la madera es más fina”, “dan buena estantería”, es decir postes rollizos o labrados para cercar con alambre de púas, “son benéficos y útiles”, que podrían interpretarse también como las razones del manejo que hacen con las especies. Los productores consideraron que el establecimiento de las especies sería en los linderos tanto internos como en

los linderos que limitan el predio. preferentemente en los potreros que en las parcelas. La plantación de las especies dentro de los potreros, tanto en líneas como espaciados, no fue bien valorada por los productores, sus argumentos más frecuentes fueron: “debe estar limpio para que no estorben los palos”, “para que le den más fuerza a la cerca”, “adentro no porque los maltratarían los animales”, “porque si chapean o quemar se mueren”.

Al parecer los productores no se ven tan influenciados por el apoyo económico de las dependencias de gobierno y no gubernamentales, ya que la mayoría adoptaría los árboles aún sin apoyo económico; así, el número de árboles mencionados que están dispuestos a cuidar en sus tierras van de los 30 a los 1000 árboles, esto dependió de lo consciente que fuese el productor por reforestar y por el tiempo que le dedicarían a cuidarlos. Por otro lado, las limitantes por las cuales los productores no establecerían los árboles son el daño por ganado, la restricción que tienen de agua para regarlos en la época seca y el terreno limitado, que la gente los “moche” (corte sus tallos y ramas) y la necesidad de alambre de púas para proteger a los arbolitos del ramoneo y pisoteo por el ganado.

DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados las tres especies arbóreas estudiadas en la zona, existe un conocimiento local amplio en aspectos ecológicos, de manejo y uso. Este conocimiento puede variar aun entre comunidades cercanas, como sucedió en Bandera de Juárez y Patancán, que destacaron porque los productores conocen todos los

Tabla 3. Índices y subíndices de la importancia cultural y valor de uso que tienen las especies arbóreas *Calyptanthes schiedeana*, *Lysiloma acapulcense* y *Handroanthus ochraceus*, en tres localidades de Paso de Ovejas, Veracruz.

ÍNDICES	<i>Lysiloma acapulcense</i>	<i>Handroanthus ochraceus</i>	<i>Calyptanthes schiedeana</i>
Importancia cultural (<i>IIC</i>)	36.7	33.5	29.8
Intensidad de uso (<i>Iuz</i>)	0.9	0.9	0.9
Intensidad de uso relativo (<i>Iur</i>)	33.3	33.3	33.3
Valor de uso total de la especie (<i>Vut_e</i>)	323	325	252
Valor de uso total relativo (<i>Vut_r</i>)	35.9	36.1	28.0
Frecuencia de mención relativa (<i>Fmr</i>)	40.9	31.1	28.0

Tabla 4. Valor de uso (Vu_x) de las especies arbóreas *Calyptrotrichum schiedeana*, *Lysiloma acapulcense* y *Handroanthus ochraceus*, en tres localidades de Paso de Ovejas, Veracruz.

USOS	<i>Lysiloma acapulcense</i>	<i>Handroanthus ochraceus</i>	<i>Calyptrotrichum schiedeana</i>
Artesanías	92 (11) ^a	0 (0) ^b	8 (1) ^b
Barrera viva	30 (7) ^a	43 (10) ^a	26 (6) ^a
Comestible	4 (1) ^b	9 (2) ^b	87 (20) ^a
Construcción	36 (12) ^a	30 (10) ^a	33 (11) ^a
Forraje	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Herramienta	20 (1) ^b	40 (2) ^a	40 (2) ^a
Leña	35 (21) ^a	27 (16) ^a	38 (23) ^a
Poste	48 (28) ^a	45 (26) ^a	7 (4) ^b
Sombra	57 (24) ^a	31 (13) ^b	12 (5) ^c

Los valores entre paréntesis indican el número de menciones (u_{zx}) para cada uso del total de productores (28 productores). Medias con distintas literales en una columna indican diferencias estadísticas ($P < 0.01$).

aspectos ecológicos incluidos para construir el índice de conocimiento ecológico, mientras que en Patancán, las personas desconocen aspectos de la fenología de las especies. Esto puede deberse a diferencias en la naturaleza que les rodea, de los procesos culturales de adquisición y transferencia de conocimiento, así como las características locales de la flora y el ambiente circundante (Albuquerque *et al.*, 2005; de Lucena *et al.*, 2007). En términos generales, hay un menor conocimiento de las plagas y enfermedades que puedan afectar a las especies estudiadas, sin embargo, eso podría indicar que bajo las condiciones en las que ellos conocen y conviven con las especies, no ha habido brotes significativos que afecten a los árboles, y no a falta de conocimiento. Este escaso conocimiento de plagas y enfermedades también fue observado en los pobladores Ulwas de Nicaragua, quienes no identificaron ciertos insectos que son poco comunes, porque no los ven fácilmente y pasan inadvertidos, si son fáciles de observar no son de importancia (Luna, 2008), o también cuando un

insecto puede no ser considerado como plaga porque no causan daño económico en el caso de agricultores de Patzún en Guatemala (Morales y Perfecto, 2000).

Respecto al manejo de las especies, éste es relativamente bajo y consiste solo en realizar esporádicamente algún ‘chapón’ o desrame de los árboles. En la percepción de los agricultores, este tipo de árboles (dispersos) no requieren de mayores cuidados como aquellos con fines comerciales, por lo que el poco manejo que les dan, solo se hace cuando los productores consideran que los árboles están produciendo mucha sombra que perjudica la productividad de sus cultivos (Ortiz, 2006). Sin embargo, el indicador que se utilizó puede estar limitado a identificar únicamente ciertas prácticas de protección, dejando a un lado otros aspectos de manejo *in situ* como de recolección, tolerancia, fomento o inducción, y de intensidad de manejo (Casas *et al.*, 1997; González-Insuasti y Caballero, 2007).

Tabla 5. Índice de adoptabilidad y probabilidad de adopción de las especies arbóreas *Calyptrotrichum schiedeana*, *Lysiloma acapulcense* y *Handroanthus ochraceus*, en tres localidades de Paso de Ovejas, Veracruz.

VARIABLE	BANDERA DE JUÁREZ	PASO PANAL	PATANCÁN
Índice de adoptabilidad	19.38 ± 0.25 ^a	10.71 ± 0.42 ^b	17.09 ± 0.42 ^a
Probabilidad de adopción	77.52 ± 0.08 ^a	42.86 ± 0.14 ^b	68.35 ± 0.14 ^a

Media aritmética ± error estándar. Medias con distinta literales en una fila indican diferencias estadísticas ($P < 0.01$).

Lysiloma acapulcense destacó por su importancia cultural en las comunidades, sin embargo, juzgando la valoración de las otras especies, puede considerarse que están equilibradas porque solo difieren en un rango de 7 puntos. Una especie llega a tener mayor importancia cultural (en este caso *L. acapulcense*) cuando tiene un mayor número de usos relevantes (Turner, 1988) y cuando las personas que la usan tienen una alta percepción de la utilidad de la especie (Camou-Guerrero *et al.*, 2008). En nuestro estudio, *L. acapulcense* tiene un mayor número de usos con más menciones que las otras especies (por ejemplo, elaboración de artesanías, sombra, maderas para postes, construcción y leña). A su vez, los usos de las especies arbóreas están influidos por factores como la edad de las personas, el idioma, las actividades económicas, la migración y el género, entre otros, que permiten explicaciones más precisas de las causas de la variación intracultural en la valoración de las especies de árboles (Camou-Guerrero *et al.*, 2008), sin embargo, estos aspectos no se incluyeron en nuestro estudio.

En un estudio previo, Suárez *et al.* (2012) detectaron una tendencia similar a la de este estudio, en el índice de importancia cultural, donde *L. acapulcense* destacó en el segundo lugar entre una lista de 76 especies. Estos autores atribuyeron un índice más alto para *L. acapulcense* debido a su alta utilidad y servicios. *Handroanthus ochraceus* también tenía una importancia cultural media (cuarto lugar), mientras que *Calypttranthes schiedeana* (doceavo lugar), fue valorado más como especie importante para la fauna silvestre por sus frutos.

Los usos que se hacen de las especies estudiadas se ubicaron en nueve formas de uso, y este número coinciden con los usos reportados en otros estudios para otras especies (Theilade *et al.*, 2007). En otras investigaciones se han mencionado un máximo de 11 a 14 usos (leña, carbón, construcción, utensilios domésticos, alimento, medicina, forrajes, sombra, resinas, fibras, colorantes), y en algunas también se ha mencionado el uso mágico-religioso relacionado con las tradiciones de los pueblos (Camou-Guerrero *et al.*, 2007; Houehanou *et al.*, 2011). Generalmente el uso maderable juega un papel importante en la vida de las personas, así como

la provisión de leña y medicina (Albuquerque *et al.*, 2005; Castellanos, 2011). Sin embargo, la utilidad de las especies arbóreas no se ve reflejada en su potencial para ser plantadas por los productores, y en algunos casos la valoración de las especies puede estar influenciada por la extensión de la parcela o potrero de los productores para establecer cierta densidad arbórea (Theilade *et al.*, 2007).

Los resultados indican que existe una disposición de los productores para integrar las especies arbóreas en sus agroecosistemas; aunque en las comunidades Bandera de Juárez y Patancán, los productores mostraron mayor disposición a adoptar prácticas agroforestales que incluyeran a las especies propuestas, asumiéndose esta disponibilidad de las comunidades a un mayor índice de conocimiento ecológico e índice de importancia cultural de las arbóreas. Esto puede indicar que un mayor conocimiento ayuda a valorar los atributos de cada una de las especies que se conocen para decidir qué especie arbórea adoptar y establecer en sus parcelas (Linkimer, 2001; Mosquera, 2010).

El estudio muestra que las especies estudiadas serían incorporadas principalmente en cercos vivos y en linderos maderables. En términos económicos, las cercas vivas presentan un menor costo de establecimiento y mantenimiento que las cercas muertas y representan un ahorro para el productor por su larga vida útil (Villanueva *et al.*, 2005). En términos ecológicos, se considera que la implementación de cercas vivas también reduce la presión sobre bosques y selvas porque aumentan la oferta de productos maderables y no maderables para la sociedad rural, a la vez que fomentan la conservación de la biodiversidad (Villanueva *et al.*, 2008).

La disposición de los productores por adoptar las especies en los linderos y como cercos vivos puede estar relacionada a que las especies arbóreas forman parte de las comunidades de plantas presentes en sus agroecosistemas, y en términos generales hay apertura y confianza en continuar manejándolas. Ciertos grupos de productores pueden mostrar mayor disposición por influencia de algunos factores locales como pueden

ser la disponibilidad de capital y de mano de obra, la necesidad de productos maderables, la funcionalidad y morfología del árbol como el tamaño y forma de la copa arbórea (Leakey y Page, 2006; Iiyama *et al.*, 2017). El conocimiento de actividades de programas de extensión forestal también influye positivamente en situaciones como esta (Villanueva *et al.*, 2003; Salam *et al.*, 2000). En este estudio, los productores no mostraron que la falta de dinero fuera una limitante para la adopción de las especies ya que mostraron interés en adoptarlas aún sin apoyo económico de las instituciones gubernamentales. Sin embargo, en otros estudios se ha considerado que puede limitar la adopción de árboles en familias de escasos recursos, así como el desconocimiento del agricultor sobre el establecimiento de árboles útiles en sus sistemas de cultivo (Vega, 2005).

La adopción agroforestal puede ser lenta debido a que los agricultores son cautelosos al evaluar las nuevas especies, prácticas y mercado. Sin embargo, el fomento de especies nativas ampliamente conocidas por los locales, aunado a las prácticas de extensión directa puede incrementar el ritmo de adopción y difusión de prácticas agroforestales. El uso de incentivos materiales puede ser usado en las primeras etapas para compensar los riesgos asociados a las prácticas desconocidas (Shin *et al.*, 2001). En nuestro estudio, esto no se manifestó como un factor determinante para la adopción.

El cultivo de árboles implica una inversión de largo plazo y una estrategia propuesta sería orientar los esfuerzos hacia los agricultores de estratos socioeconómicos más altos que funcionan como líderes de opinión, para así iniciar un efecto de transferencia de información con agricultores de escasos recursos (Alavalapati *et al.*, 1995). Otra estrategia es la construcción de un sistema de intercambio de información de agricultor a agricultor a través de enfoques participativos, lo cual ayudará a desarrollar la confianza de los agricultores a adoptar una innovación (Mekoya *et al.*, 2008).

El conocimiento ecológico que las personas poseen tiene un alto potencial de aplicación en el proceso de selección de especies útiles para la conservación, restauración y

la producción de bienes. Los hallazgos de este estudio confirman que los productores poseen conocimientos y además confieren mayor valor a unas especies sobre otras, lo cual refuerza la estrategia de considerar el conocimiento ecológico local de las personas (Fremout *et al.*, 2021) en el proceso de selección e implementación de prácticas agroforestales. Los resultados que se obtuvieron pueden tener aplicación inmediata en la zona de estudio, por ejemplo, pueden ser incorporados a las acciones del programa Sembrando Vida que ya está en marcha en el estado de Veracruz. Este programa promueve la reforestación mediante la agroforestería plantando árboles frutales y maderables intercalados con maíz u otros cultivos.

CONCLUSIONES

Con este estudio se determinó que existe un amplio conocimiento local sobre la ecología de *C. schiedeana*, *L. acapulcense* y *H. ochraceus*. Los agricultores hacen diversos usos de las tres especies que se complementan para obtener de ellos hasta nueve productos y servicios, sin embargo, dan un manejo limitado a los árboles de las tres especies, cuando están presentes en sus parcelas. Aunque todas las especies tienen la misma intensidad de uso y uso relativo, *L. acapulcense* y *H. ochraceus* poseen la mayor importancia cultural, por lo que fueron preferidas por los productores de las tres comunidades. Estas dos especies también tienen la mayor probabilidad de ser plantadas en sus parcelas agrícolas y potreros.

El potencial de adoptabilidad de los diseños agroforestales propuestos fue alto; sin embargo, los agricultores se inclinan por adoptar árboles en linderos maderables y cercas vivas, más que en arreglos agroforestales más complejos que implican la presencia de árboles dentro de sus parcelas y demandan más atención. No obstante, la adoptabilidad que se observó permite suponer que estas prácticas pueden ser implementadas incluso sin apoyo institucional, aunque deberá proponerse estrategias que sean fácilmente adoptadas dentro de la toma de decisiones de los productores. Estos resultados representan una valiosa base de información para el diseño de sistemas agroforestales mejorados que respondan

con buen desempeño a la problemática productiva y ambiental regional. La etnobotánica cumple entonces la función de facilitar el carácter participativo de estrategias encaminadas a la recuperación de los recursos naturales y sociocultural, partiendo de los saberes locales, de las formas de manejo y de las valoraciones culturales hacia especies nativas, que se han venido perdiendo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los productores que participaron en las entrevistas, por compartir sus experiencias de vida y conocimiento del uso y manejo de las especies arbóreas bajo estudio. Igualmente agradecemos a Salomé, a Miguel Angel y María de Lourdes por su apoyo para realizar las entrevistas y al Dr. Josafhat Salinas Ruiz por su valioso apoyo en los análisis estadísticos. Esta investigación contó con financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología para obtener el grado de Maestría en Ciencias de la primera autora.

LITERATURA CITADA

Adesina, A. y J. Baidu-Forson. 1995. Farmer's perceptions and adoption of new agricultural technology : evidence from analysis in Burkina Faso and Guinea, West Africa. *Agricultural Economics* 13: 1-9. DOI: [https://doi.org/10.1016/0169-5150\(95\)01142-8](https://doi.org/10.1016/0169-5150(95)01142-8)

Alavalapati, J., M.K. Luckert y D.S. Gill. 1995. Adoption of agroforestry practices: a case study from Andhra Pradesh, India. *Agroforestry Systems* 32:1-14. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00713844>

Albuquerque, U.P., L.H. Cavalcanti, y A.C. Oliveira. 2005. Use of plant resources in a seasonal dry forest (Northeastern Brazil). *Acta Botánica Brasilica* 19 (1): 27-38. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062005000100004>

Albuquerque, U.P., T.A.S. Araújo, M.A. Ramos, V.T. Nascimento, R.F.P. Lucena, J.M. Monteiro, N.L. Alencar y E.L. Araújo. 2009. How ethnobotany can aid biodiversity conservation: reflections on investigations in the semiarid region of NE Brazil. *Biodiversity Conservation* 18: 127-150. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9463-8>

Bermúdez, A., y Velázquez, D. 2002. Etnobotánica médica de una comunidad campesina del estado Trujillo, Venezuela: un estudio preliminar usando técnicas cuantitativas. *Revista de la Facultad de Farmacia* 44: 2-6.

Berkes, F., J. Colding y C. Folke. 2000. Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications* 10: 1251-1262. DOI: [http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010%5B1251:ROTEKA%5D2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010%5B1251:ROTEKA%5D2.0.CO;2)

Camacho-Moreno, E., S. López, C. Olgún, A. Suárez, J.I. Valdez y E. Pineda. 2017. Fenología y arquitectura arbórea de *Calypttranthes schiedeana* O. Berg, *Lysiloma acapulcense* (Kunth) Benth y *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson en agroecosistemas de Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 8 (40): 19-35. DOI: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v8i40.33>

Camou-Guerrero, A., V. Reyes-García, M. Martínez-Ramos y A. Casas. 2008. Knowledge and use value of plant species in a Rarámuri community: a gender perspective for conservation. *Human Ecology* 36: 259-272. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10745-007-9152-3>

Candelaria, M. 2011. Diseño participativo para mejorar la sustentabilidad de los Agroecosistemas de la microcuenca Paso de Ovejas en el Estado de Veracruz, México. Tesis de Doctorado en Ciencias, Programa en Agroecosistemas Tropicales, Colegio de Postgraduados, Veracruz, México. URL: http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/548/Candelaria_Martinez_B_DC_AgroecosistemasTropicales_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Casanova-Pérez, L., J. Martínez-Dávila, S. López-Ortiz, C. Landeros-Sánchez and G. López-Romero. 2016. Sociocultural dimension in agriculture adaptation to climate change. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 40 (8): 848-862. DOI: <https://doi.org/10.1080/21683565.2016.1204582>

Casas, A. J., Caballero J., C. Mapes y S. Zárate. 1997. Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica.

- Boletín de la Sociedad Botánica de México* 61: 31-47. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsoci.1537>
- Casas, A., A. Camou, A. Otero-Arnaiz, S. Rangel-Landa, J. Cruse-Sanders, L. Solís, I. Torres, A. Delgado, A.I. Moreno-Calles, M. Vallego, S. Guillén, J. Blancas, F. Parra, B. Farfán-Heredia, X. Aguirre-Dugua y Y. Arellanes. 2014. Manejo tradicional de biodiversidad y ecosistemas en Mesoamérica: el Valle de Tehuacán. *Investigación Ambiental* 6 (2): 23-44. URL: https://www.researchgate.net/publication/274720075_Traditional_management_of_biodiversity_and_ecosystems_in_Mesoamerica_The_Tehuacan_Valley
- Castellanos, L. 2011. Conocimiento etnobotánico, patrones de uso y manejo de plantas útiles en la cuenca del río Cane-Iguaque (Boyacá-Colombia); una aproximación desde los sistemas de uso de la biodiversidad. *Ambiente y Sociedad* 14 (1): 45-75. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2011000100004>
- Castillo-Campos, G. 2005. Contribución al conocimiento del endemismo de la flora vascular en Veracruz, México. *Acta Botánica Mexicana* 57(73): 19-57. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm73.2005.1004>
- Castillo-Campos, G. 2007. La selva baja caducifolia en una corriente de lava volcánica en el centro de Veracruz: lista florística de la flora vascular. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 80: 77-104. URL: <https://www.redalyc.org/pdf/577/57780008.pdf>
- CNA. 2020. Comisión Nacional del Agua. Coordinación General de Servicio Meteorológico Nacional. México. Disponible en: <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=precipitacion&ver=reporte&o=1&n=nacional> (verificado 11 de junio 2019)
- de Lucena, R., E. Araújo y U. de Albuquerque. 2007. Does the local availability of woody Caatinga plants (Northeastern Brazil) explain their use value? *Economic Botany* 61(4):347-361. DOI: [http://dx.doi.org/10.1663/0013-0001\(2007\)61%5B347:DTLAOW%5D2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1663/0013-0001(2007)61%5B347:DTLAOW%5D2.0.CO;2)
- Cotton, C.M. 1996. *Ethnobotany: Principles and applications*. John Willey & Sons Ltd, West Sussex, England.
- Dhakal, A., G. Cockfield y T.N. Maraseni. 2015. Deriving an index of adoption rate and assessing factors affecting adoption of an agroforestry-based farming systems in Dhanusha District, Nepal. *Agroforestry Systems* 89: 645-661. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-015-9802-1>
- Enyong, L., S.K. Debrah y A. Bationo. 1999. Farmer's perceptions and attitudes towards introduced soil-fertility enhancing technologies in Western Africa. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 53: 177-87. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1009745225465>
- Fremout, T., C. Gutierrez-Miranda, S. Briers, J.L. Marcelo-Peña, E. Cueva-Ortiz, R. Linares-Palomino, et al. 2021. The value of local ecological knowledge to guide tree species selection in tropical dry forest restoration. *Restoration Ecology*. DOI: <https://doi.org/10.1111/rec.13347>
- García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana*. Instituto de Geografía de la UNAM, México. URL: <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/83/82/251-1>
- González-Insuasti, M.S. y J. Caballero. 2007. Managing Plant Resources: How Intensive Can it be. *Human Ecology* 35:303-314. DOI: <http://doi.org/10.1007/s10745-006-9063-8>
- Houehanou, T., A.E. Assogbadjo, R. Glele, M. Houinato y B. Sinsin. 2011. Valuation of local preferred uses and traditional ecological knowledge in relation to three multipurpose tree species in Benin (West Africa). *Forest Policy and Economics* 13: 554-562. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.forpol.2011.05.013>
- Iiyama, M., A. Derero, K. Kelemu, C. Muthuri, R. Kinuthia, E. Ayenkulu, E. Kiptot, K. Hagdu, J. Mowo y F. L. Sinclair. 2017. Understanding patterns of tree adoption on farms in semi-arid and sub-humid Ethiopia. *Agroforestry Systems* 91: 271-293. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10457-016-9926-y>
- Leakey, R. y T. Page. 2006. The 'ideotype concept' and its application to the selection of cultivars of trees providing agroforestry tree products. *Forests, Trees and Livelihoods* 16: 5-16. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/14728028.2006.9752542>

- Leff, E. 1977. Etnobotánica, biosociología y ecodesarrollo. *Nueva Antropología* 2(6): 99-110. URL: <https://www.redalyc.org/pdf/159/15900606.pdf>
- Linkimer, M., R. Muschler, T. Benjamin y C. Harvey. 2002. Árboles nativos para diversificar cafetales en la zona atlántica de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 9(35): 37-43. URL: http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5799/Arboles_nativos_para_diversificar_cafetales.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- López, T. y J.H. Valdez. 2011. Uso de especies arbóreas en una comunidad de la reserva de la biosfera la sepultura, estado de Chiapas. En: Endara, A.R., A.M. Santacruz y J. Valdez. (eds.). *Bosques y árboles del trópico Mexicano: estructura, crecimiento y usos*. Prometeo Editores, México. URL: https://www.researchgate.net/publication/264978533_Bosques_y_Arboles_del_Tropico_Mexicano_Estructura_Crecimiento_y_Usos#fullTextFileContent
- Luna, G. 2008. *Conocimiento local Ulwa: Insectos y prácticas agrícolas en la región Autónoma Atlántico Sur, Nicaragua*. Tesis de Maestría en Ciencias. El Colegio de la Frontera Sur. México. URL: <http://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1017/1829>
- Marín, C., D. Cárdenas y S. Suárez. 2005. Utilidad del valor de uso en etnobotánica. Estudio en el departamento de Putumayo (Colombia). *Caldasia* 27(1): 89-101. URL: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/39315/41198>
- Mekoya, A., S.J. Oosting, S. Fernandez-Rivera y A.J. Van der Zijpp. 2008. Farmer's perceptions about exotic multipurpose fodder trees and constraints to their adoption. *Agroforestry Systems* 73: 141-53. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-007-9102-5>
- Morales, H. and I. Perfecto. 2000. Traditional knowledge and pest management in the Guatemalan highlands. *Agriculture and Human Values* 17: 49-63. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1007680726231>
- Morris, B. 2010. Indigenous knowledge. *The Society of Malawi Journal* 63(1): 1-9.
- Mosquera, D. 2010. *Conocimiento local sobre bienes y servicios de especies arbóreas y arbustivas en sistemas de producción ganadera de Rivas, Nicaragua*. Tesis de Maestría en Ciencias, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica. URL: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A5959e/A5959e.pdf>
- Olsson, P., C. Folke y F. Berkes. 2004. Adaptive comanagement for building resilience in social ecological systems. *Environmental Management* 34(1): 75-90. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00267-003-0101-7>
- Ortiz, M. 2006. *Conocimiento local y decisiones de los productores de Alto Beni, Bolivia, sobre el diseño y manejo de la sombra en sus cacaotales*. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación, Costa Rica. URL: https://www.worldcocoafoundation.org/wp-content/uploads/files_mf/ortizgonzalez2006.pdf
- Posey, D. A. 1985. Indigenous management of tropical forest ecosystems: The case of the Kayapo indians of the Brazilian Amazon. *Agroforestry Systems* 3: 139-58. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00122640>
- Reyes-García, V. y N.M. Sanz. 2007. Etnoecología: punto de encuentro entre naturaleza y cultura. *Ecosistemas* 16(3): 46-55. URL: <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/92>
- Reyes-García, V., V. Vadez, S. Tanner, T. McDade, T. Huanca y W.R. Leonard. 2006. Evaluating indices of traditional ecological knowledge: a methodological contribution. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 2(1): 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1186/1746-4269-2-21>
- Salam, M.A., T. Noguchi y M. Koike. 2000. Understanding why farmers plant trees in the homestead agroforestry in Bangladesh. *Agroforestry Systems* 50: 77-93. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1006403101782>
- SEDESOL. 2015. Sistema de Apoyo para la Planeación de Zonas Prioritarias (PDZP). Catálogo de Localidades. Disponible en: <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=30&mun=126> (verificado el 19 de abril de 2021).
- Shin, J., A. Schlönvoigt, D. Kass y K. Prins. 2001. Validación de tecnologías agroforestales en Río Guayabo, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 8(30): 40-43. URL: <http://www.sidalc.net/repdoc/A3317e/A3317e.pdf>

- Sirrine, D., C. Shennan y J.R. Sirrine. 2010. Comparing agroforestry systems ex ante adoption potential and ex post adoption: on-farm participatory research from southern Malawi. *Agroforestry Systems* 79: 253-266. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-010-9304-0>
- Somarriba, E. 2009. *Planificación agroforestal de fincas*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica. URL: https://www.researchgate.net/publication/324263337_Planificacion_agroforestal_de_fincas
- Statistical Analysis System (SAS). 2010. SAS/STAT. User's guide Version 4.3.0. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Suárez, A., G. Williams-Linera, C. Trejo, J.I. Valdez-Hernández, V.M. Cetina-Alcalá y H. Vibrans. 2012. Local knowledge helps select species for forest restoration in a tropical dry forest of central Veracruz, México. *Agroforestry Systems* 85: 35-55. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-011-9437-9>
- Theilade, I., H.H. Hansen, M. Krog y C.K. Ruffo. 2007. Use-values and relative importance of trees to the Kaguru people in semi-arid Tanzania: part II woodland species. *Forests, Trees and Livelihoods* 17(2):109-123. DOI: <https://doi.org/10.1080/14728028.2007.9752588>
- Toledo, V. 2001. Indigenous Peoples and Biodiversity. En: Levin, S. et al., (eds) *Encyclopedia of Biodiversity*. Academic Press.
- Toledo, V. y P. Alarcón-Cháires. 2012. La Etnoecología hoy: Panorama, avances, desafíos. *Etnoecológica* 9(1): 1-16. URL: https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=La+Etnoecolog%C3%ADa+hoy%3A+Panorama%2C+avances%2C+desaf%C3%ADos.+Etnoecolog%C3%ADa+9%281%29%3A+1-16.&btnG=
- Turner, N. 1988. The importance of a rose: evaluating the cultural significance of plants in Thompson and Lillooet interior Salish. *American Antropologist, New Series* 90(2): 272-290. DOI: <https://doi.org/10.1525/aa.1988.90.2.02a00020>
- Vega, J. y E. Somarriba. 2005. *Planificación agroforestal participativa para el enriquecimiento de fincas cacaoteras orgánicas con especies leñosas perennes útiles, Alto Beni, Bolivia*. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza; Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación. Costa Rica. URL: https://www.worldcocoafoundation.org/wp-content/uploads/files_mf/vega200525.pdf
- Villanueva, C., M. Ibrahim y F. Casasola, R. Arguedas 2005. Las cercas vivas en las fincas ganaderas. Proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el manejo de Ecosistemas, INPASA, Nicaragua. URL: http://repositorio.uca.edu.ni/2227/1/las_cercas_vivas_en_las_fincas_ganaderas.pdf
- Villanueva, C., M. Ibrahim y F. Casasola. 2008. *Valor económico y ecológico de las cercas vivas en fincas y paisajes ganaderos*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica. URL: <http://ganaderiacolombianasostenible.co/web/wp-content/uploads/2015/05/Cercas-Vivas-Imprinta.pdf>
- Villanueva, C., M. Ibrahim, C.A. Harvey, F.L. Sinclair y D. Muñoz. 2003. Decisiones clave que influyen sobre la cobertura arbórea en fincas ganaderas de Cañas, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10: 39-40. URL: <http://www.fao.org/tempref/docrep/nonfao/lead/x6373s/x6373s00.pdf>
- Wood, P.J. y J. Burley. 1995. Un árbol para todo propósito. Introducción y evaluación de árboles de uso múltiple para agroforestería. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica.