

SEP

# POLIBOTÁNICA

ISSN 1405-2768



Enero 2023

Núm. 55

POLIBOTÁNICA



CONACYT



Núm. 55

Enero 2023

| PÁG. | CONTENIDO  |
|------|--|
| 1    | Análisis de trazos de la pteridoflora del estado de Hidalgo, México<br><i>Track analysis of the pteridoflora of Hidalgo, Mexico</i><br>Goyenechea Mayer-Goyenechea, I.   V.Y. Anaya Cisneros   J.M. Castillo-Cerón   G. Montiel-Canales  |
| 15   | <i>Salvia divinorum</i> (Lamiaceae) un nuevo registro para Veracruz, México<br><i>Salvia divinorum (Lamiaceae) a new record for Veracruz, Mexico</i><br>Castillo-Campos, G.   J.G. García-Franco   M. Luisa Martínez   I. Frago-Martínez   |
| 25   | Estructura y diversidad arbórea de un bosque de pino-encino en Huiztlatzala, Guerrero, México<br><i>Structure and tree diversity of a pine-oak forest in Huiztlatzala, Guerrero, Mexico</i><br>Rodríguez Pacheco, A.   M. I. Palacios Rangel   L. Mohedano Caballero   A. Villanueva Morales   |
| 41   | Riqueza, estructura y diversidad florística en huertos familiares del sureste del estado de Morelos: una aproximación biocultural<br><i>Richness, structure and floristic diversity in homegardens of the southeast of Morelos state: a biocultural approach</i><br>Tegoma Coloreano, A.   J. Blancas   A. García Flores   L. Beltrán-Rodríguez  |
| 67   | Efectos de jales mineros y materia orgánica en la supervivencia de <i>Arbustus xalapensis</i> Kunth propagado simbióticamente<br><i>Effect of mining tailings and organic matter on the survival of symbiotically propagated Arbutus xalapensis Kunth</i><br>Rodríguez González, F.   M. Rangel Villafranco   A.R. Velasco Reyes   J.M. Gómez Bernal   E.A. Ruiz Huerta  |
| 81   | Concentración de kinetina y tipo de explante en la multiplicación <i>in vitro</i> de <i>Sequoia sempervirens</i> (D. Don). Endl.<br><i>Kinetin concentration and explant type in in vitro multiplication of Sequoia sempervirens (D. Don). Endl.</i><br>Castro Garibay, S.L.   A. Villegas Monter   I.J. Cruz Larios   |
| 95   | Actividad antioxidante y citotóxica del aceite esencial de las hojas de laurel aromático ( <i>Litsea glaucescens</i> Kunth)<br><i>Antioxidant and cytotoxic activity of essential oil from aromatic bay leaves (Litsea glaucescens Kunth)</i><br>Tepixtle-Colohua, V.V.   M.R. González-Tepale   D. Guerra-Ramírez   B. Reyes-Trejo   H. Zuleta-Prada   A.M. Borja-de la Rosa   F. Reyes-Fuentes                 |
| 109  | Evaluación <i>in vitro</i> del efecto antibacteriano de los extractos de <i>Bidens pilosa</i> y <i>Eryngium foetidum</i><br><i>In vitro evaluation of the antibacterial effect of extracts of Bidens pilosa y Eryngium foetidum</i><br>Chafía-Molina, A. L.   L. M. Silva-Deley  |
| 121  | Desinfección de adulto pecan leaflets, and <i>in vitro</i> callogenesis induction<br><i>Desinfección de foliolos de nogal pecanero adulto, e inducción de callogénesis in vitro</i><br>Gándara-Ledezma, V.   L. Tinco-García   J.L. Rodríguez-de la O   L. Castro-Espinoza   S. Ruiz-Cruz   A. Márquez-Cervantes   M.A. Gutiérrez-Coronado   |
| 145  | Estudios para la conservación y aprovechamiento de <i>Chrysactinia mexicana</i> , planta aromática y medicinal nativa de México<br><i>Studies for the conservation and use of Chrysactinia mexicana, an aromatic and medicinal plant native to Mexico</i><br>Magallán-Hernández, F.   J.A. Valencia-Hernández   R. Sánchez-Castillo  |
| 161  | Usos del palo dulce <i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ort.) Sarg., en cuatro municipios del estado de Morelos, México<br><i>Uses of kidneywood Eysenhardtia polystachya (Ort.) Sarg. in four municipalities of the state of Morelos, Mexico</i><br>Lorenzo-Barrera, N.A.   M. Andrade Rodríguez   O.G. Villegas Torres   E. Román Montes de Oca   H. Sotelo Nava   T. de J. Rodríguez Rojas   R. Suárez Rodríguez |
| 179  | Valor cultural de la flora medicinal de las etnias Mochó y Kakchikel del estado de Chiapas, México<br><i>Cultural significance of medicinal plants amongst Mochó and Kakchikel ethnic groups of the state of Chiapas, Mexico</i><br>Trigueros-Vázquez, I.Y.: O. Ruiz-Rosado; F. Gallardo-López; B.F. Solís-Guzmán; F. Morales-Trejo y G. López-Romero  |
| 197  | Estudio de plantas medicinales en el municipio de Pachuca de Soto Hidalgo, México<br><i>Study of medicinal plants in the municipality of Pachuca of Soto Hidalgo, Mexico</i><br>Lara Reimers, E.A.   A.R. García Hernández   F. Cruz García   D. Urresti Duran   J.A. Gonzales Fuentes   J.A. Encina Domínguez   Y. Uribe Salazar  |
| 213  | Plantas silvestres comestibles del estado de Aguascalientes, México, sus formas de consumo y comercialización<br><i>Edible wild plants of Aguascalientes, Mexico, their forms of consumption and commercialization</i><br>Sandoval-Ortega, M.H.   E.E. De Loera-Avila   V.M. Martínez-Calderón   S.G. Zumaya-Mendoza   |
| 231  | Recursos forestales no maderables utilizados en elaboración de artesanías en la comunidad de Malinalco, Estado de México<br><i>Non-timber forest resources used in elaboration of handicrafts in the community of Malinalco, State of Mexico</i><br>White-Olascoaga, L.   C. Chávez-Mejía   D. García-Mondragón   M. Michua-Hernández  |
| 245  | Respuesta en el sistema de defensa antioxidante de <i>Leersia hexandra</i> Sw. a la exposición de hidrocarburos del petróleo<br><i>Response in the antioxidant defense system of Leersia hexandra Sw. to the exposure of petroleum hydrocarbons</i><br>Orocio-Carrillo, J.A.   M.C. Rivera-Cruz   A. Juárez-Maldonado   C.C. Bautista-Muñoz   Y. González-García   K. Chávez-Alvarez                             |

# POLIBOTÁNICA

Núm. 55

ISSN electrónico: 2395-9525

Enero 2023

## Portada

*Bidens pilosa* L. Asteraceae. “Acahual”.  
Achenios de 5 a 18 mm de largo, los interiores lineares y más largos, los exteriores más o menos comprimidos dorso-ventralmente y más cortos, negruzcos a café, vilano con 3-2 aristas amarillas, de 1 a 3 mm de largo. Planta con múltiples propiedades terapéuticas, considerada en medicina popular como diurética y febrífuga, estomacal y antiulcerosa, para curar catarros con fiebre, faringitis y amigdalitis.

*Bidens pilosa* L. Asteraceae. “Acahual”.  
Achenes 5 to 18 mm long, inner ones linear and longer, outer ones more or less dorso-ventrally compressed and shorter, blackish to brownish, pappus with 3-2 yellow awns, 1 to 3 mm long. Plant with multiple therapeutic properties, considered in folk medicine as diuretic and febrifuge, stomachic and anti-ulcerous, to cure colds with fever, pharyngitis, and tonsillitis.

por/by **Rafael Fernández Nava**





## INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Director General: *Dr. Arturo Reyes Sandoval*

Secretario General: *Ing. Arq. Carlos Ruiz Cárdenas*

Secretario Académico: *Mtro. Mauricio Igor Jasso Zaranda*

Secretario de Innovación e Integración Social: *M. en C. Ricardo Monterrubio López*

Secretario de Investigación y Posgrado: *Dra. Laura Arreola Mendoza*

Secretario de Servicios Educativos: *Dra. Ana Lilia Coria Páez*

Secretario de Administración: *M. en C. Javier Tapia Santoyo*

Director de Educación Superior: *Dra. María Guadalupe Ramírez Sotelo*

## ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Maestra Decana en Funciones de Dirección:

*M. en C. Yadira Fonseca Sabater*

Subdirectora Académica:

*M. en C. Martha Patricia Cervantes Cervantes*

Jefe de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación:

*Dr. Gerardo Aparicio Ozores*

Subdirector de Servicios Educativos e Integración Social:

*Biól. Gonzalo Galindo Becerril*

---

**POLIBOTÁNICA**, Año 28, No. 55, enero-junio 2023, es una publicación semestral editada por el Instituto Politécnico Nacional, a través de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Unidad Profesional Lázaro Cárdenas, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, Col. Santo Tomas C.P. 11340 Delegación Miguel Hidalgo México, D.F. Teléfono 57296000 ext. 62331. <http://www.herbario.encb.ipn.mx/>, Editor responsable: Rafael Fernández Nava. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título No. 04-2015-011309001300-203. ISSN impreso: 1405-2768, ISSN digital: 2395-9525, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Unidad de informática de la ENCB del IPN, Rafael Fernández Nava, Unidad Profesional Lázaro Cárdenas, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, Col. Santo Tomas CP 11340 Delegación Miguel Hidalgo México, D.F.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Politécnico Nacional.



## REVISTA BOTÁNICA INTERNACIONAL DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

### EDITOR EN JEFE

*Rafael Fernández Nava*

### EDITORIA ASOCIADA

*María de la Luz Arreguín Sánchez*

### COMITÉ EDITORIAL INTERNACIONAL

*Christiane Anderson*  
University of Michigan  
Ann Arbor, Michigan, US

*Edith V. Gómez Sosa*  
Instituto de Botánica Darwinion  
Buenos Aires, Argentina

*Heike Vibrans*  
Colegio de Postgraduados  
Estado de México, México

*Jorge Llorente Bousquets*  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Ciudad de México, México

*Graciela Calderón de Rzedowski*  
Instituto de Ecología del Bajío  
Pátzcuaro, Mich., México

*Delia Fernández González*  
Universidad de León  
León, España

*Theodore S. Cochran*  
University of Wisconsin  
Madison, Wisconsin, US

*Jerzy Rzedowski Rotter*  
Instituto de Ecología del Bajío  
Pátzcuaro, Mich., México

*Hugo Cota Sánchez*  
University of Saskatchewan  
Saskatoon, Saskatchewan, Canada

*Luis Gerardo Zepeda Vallejo*  
Instituto Politécnico Nacional  
Ciudad de México, México

*Fernando Chiang Cabrera*  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Ciudad de México, México

*Claude Sastre*  
Muséum National d'Histoire Naturelle  
Paris, Francia

*Thomas F. Daniel*  
California Academy of Sciences  
San Francisco, California, US

*Mauricio Velayos Rodríguez*  
Real Jardín Botánico  
Madrid, España

*Francisco de Asis Dos Santos*  
Universidade Estadual de Feira de Santana  
Feira de Santana, Brasil

*Noemí Waksman de Torres*  
Universidad Autónoma de Nuevo León  
Monterrey, NL, México

*Carlos Fabián Vargas Mendoza*  
Instituto Politécnico Nacional  
Ciudad de México, México

*Julieta Carranza Velázquez*  
Universidad de Costa Rica  
San Pedro, Costa Rica

*José Luis Godínez Ortega*  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Ciudad de México, México

*Tom Wendt*  
University of Texas  
Austin, Texas, US

*José Manuel Rico Ordaz*  
Universidad de Oviedo  
Oviedo, España

### DISEÑO Y FORMACIÓN ELECTRÓNICA

*Luz Elena Tejeda Hernández*

### OPEN JOURNAL SYSTEM Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

*Pedro Aráoz Palomino*

Toda correspondencia relacionada con la revista deberá ser dirigida a:

**Dr. Rafael Fernández Nava**

Editor en Jefe de

**POLIBOTÁNICA**

Departamento de Botánica

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional

Apdo. Postal 17-564, CP 11410, Ciudad de México

Correo electrónico:

*polibotanica@gmail.com*

*rfernand@ipn.mx*

Dirección Web

*http://www.polibotanica.mx*

POLIBOTÁNICA es una revista indexada en:

CONACYT, índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica  
del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

SciELO - Scientific Electronic Library Online.

Google Académico - Google Scholar.

DOAJ, Directorio de Revistas de Acceso Público.

Dialnet portal de difusión de la producción científica hispana.

REDIB Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico.

LATINDEX, Sistema regional de información en línea para revistas científicas de América  
Latina, el Caribe, España y Portugal.

PERIODICA, Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias.





**Polibotánica**

ISSN electrónico: 2395-9525

polibotanica@gmail.com

Instituto Politécnico Nacional

México

<http://www.polibotanica.mx>

# **RIQUEZA, ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD FLORÍSTICA EN HUERTOS FAMILIARES DEL SURESTE DEL ESTADO DE MORELOS: UNA APROXIMACIÓN BIOCULTURAL**

## **RICHNESS, STRUCTURE AND FLORISTIC DIVERSITY IN HOMEGARDENS OF THE SOUTHEAST OF MORELOS STATE: A BIOCULTURAL APPROACH**

**Tegoma Coloreano, A.; J. Blancas; A. García Flores y L. Beltrán-Rodríguez**

RIQUEZA, ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD FLORÍSTICA EN HUERTOS  
FAMILIARES DEL SURESTE DEL ESTADO DE MORELOS: UNA APROXIMACIÓN  
BIOCULTURAL

RICHNESS, STRUCTURE AND FLORISTIC DIVERSITY IN HOMEGARDENS OF  
THE SOUTHEAST OF MORELOS STATE: A BIOCULTURAL APPROACH

POLIBOTÁNICA

Instituto Politécnico Nacional

Núm. 55: 41-65 México. Enero 2023

DOI: 10.18387/polibotanica.55.4



Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons 4.0  
Atribución-No Comercial ([CC BY-NC 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)).

## Riqueza, estructura y diversidad florística en huertos familiares del sureste del estado de Morelos: una aproximación biocultural

### Richness, structure and floristic diversity in homegardens of the southeast of Morelos state: a biocultural approach

Tegoma Coloreano, A.;  
J. Blancas; A. García Flores  
y L. Beltrán-Rodríguez

RIQUEZA, ESTRUCTURA Y  
DIVERSIDAD FLORÍSTICA  
EN HUERTOS FAMILIARES  
DEL SURESTE DEL  
ESTADO DE MORELOS:  
UNA APROXIMACIÓN  
BIOCULTURAL

RICHNESS, STRUCTURE  
AND FLORISTIC  
DIVERSITY IN  
HOMEGARDENS OF THE  
SOUTHEAST OF MORELOS  
STATE: A BIOCULTURAL  
APPROACH

POLIBOTÁNICA

Instituto Politécnico Nacional

Núm. 55: 41-65. Enero 2023

DOI:

10.18387/polibotanica.55.4

**A. Tegoma Coloreano**

*Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.*

**J. Blancas**

*Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación.  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos.*

**A. García Flores**

*Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.*

**L. Beltrán-Rodríguez** / [leonardo.beltran@ib.unam.mx](mailto:leonardo.beltran@ib.unam.mx)

*Jardín Botánico, Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México*

**RESUMEN:** Los huertos familiares (HF) son sistemas agroforestales tradicionales que favorecen la interconexión con la vegetación natural circundante al hogar y proveen múltiples beneficios a sus usuarios. Este estudio evaluó atributos ecológicos de riqueza, estructura y diversidad florística en HF del sureste del estado de Morelos, y analizó la relación entre las prácticas de manejo en estos espacios con las métricas previamente descritas desde una perspectiva biocultural. Se llevaron a cabo entrevistas (N=60) y muestreos en 60 HF en compañía del propietario, con el propósito de conocer las formas de uso y manejo de los recursos bioculturales, la composición de especies y los nombres locales. Además, se realizó una caracterización estructural en cada HF mediante el Índice de Valor de Importancia Relativo (IVIR) e Índice de Valor Forestal Relativo (IVFR), y se estimaron índices de diversidad  $\alpha$ . Los HF en el área de estudio son manejados principalmente por mujeres. Las especies presentes en estos espacios se emplean para 11 diferentes categorías de uso, entre las que destacan la ornamental (61.3%), alimenticia (17.7%) y medicinal (16.5%). Nueve diferentes prácticas de manejo asociadas al uso de las especies, la forma y superficie del terreno y la ubicación de éste estuvieron directamente asociadas a la configuración espacial y estructural de los HF. La riqueza presente en los HF estudiados fue de 329 especies, 47% de las cuales son nativas y procedentes del bosque tropical caducifolio circundante. La familia Fabaceae fue la más sobresaliente por el número de especies. Tanto el IVIR como el IVFR indican que *Spondias purpurea*, *Leucaena leucocephala* y *Carica papaya* son las especies que dominan estructuralmente debido al manejo intensivo por su uso como alimento. La diversidad registrada en estos HF rurales es considerablemente alta ( $H' = 3.08$ ), por lo que se plantea que estos sistemas socialmente contruidos funcionan como reservorios de la agrobiodiversidad de la región sur de la entidad, y que para salvaguardar el legado biocultural que albergan, se requieren esfuerzos dirigidos al reconocimiento de los factores socioeconómicos y culturales que originan cambios en su manejo.

**Palabras clave:** Agrobiodiversidad, bosque tropical caducifolio, conservación, traspatios, solares.

**ABSTRACT:** Homegardens (HF) are traditional agroforestry systems that favor interconnection with the natural vegetation surrounding the home and provide multiple



benefits to people. This study evaluated ecological attributes as richness, structure and floristic diversity in HF of the southeast in Morelos state and analyzed the relationship between management practices in these spaces with the metrics previously described from a biocultural perspective. Interviews (N=60) and sampling were carried out in 60 HF in the company of the owner, with the purpose of knowing the forms of use and management of biocultural resources, species composition and local names. Furthermore, a structural characterization was performed in each HF using the Value Index of Relative Importance (IVIR) and Forest Value Relative Index (IVFR), whereas  $\alpha$ -diversity indices were estimated. The HF in the study area are mainly managed by women. The species present in these areas are used for 11 different categories of use, including ornamental (61.3%), food (17.7%) and medicinal (16.5%). Nine different management practices associated with the use of the species, the shape and surface of the land and the location of the land were directly associated with the spatial and structural configuration of the HF. The richness present in the studied HF was 329 species, 47% of which were native and from the surrounding tropical deciduous forest. The Fabaceae family was the most outstanding in terms of the number of species. Both the IVIR and IVFR point out that *Spondias purpurea*, *Leucaena leucocephala* and *Carica papaya* are the species that dominate structurally, due to intensive management for their use as food. The diversity registered in these rural HF is considerably high ( $H' = 3.08$ ), so it is suggested that these socially constructed systems function as reservoirs of agrobiodiversity in the southern region of the state, and that in order to safeguard the biocultural legacy they harbor, efforts are required to recognize the socioeconomic and cultural factors that cause changes in their management.

**Key words:** agrobiodiversity, conservation, *solares*, *traspacios*, tropical deciduous forest.

## INTRODUCCIÓN

Los huertos familiares (HF) son sistemas agroforestales tradicionales ubicados en áreas cercanas a la vivienda familiar (Moreno-Calles *et al.*, 2020) con aproximadamente 11,000 años de antigüedad (Trabanino, 2018). Estos sistemas se conciben como escenarios bioculturales relevantes para entender la relación humano-naturaleza (Toledo & Barrera-Bassols, 2008) debido a que brindan beneficios a los seres humanos (Caballero & Cortés, 2001) a través de estrategias múltiples de uso y manejo de la diversidad que albergan, y a que permiten la manifestación de la identidad cultural mediante la reproducción de prácticas y decisiones selectivas sobre los recursos tangibles e intangibles (Berkes, 1993). Representan también espacios de conservación (Blancas *et al.*, 2010) en los que se mantienen especies nativas, endémicas y de importancia cultural (Bhagwat *et al.*, 2008), ya sea de plantas perennes y anuales, tanto silvestres como cultivadas y con diferentes grados de domesticación (Nair, 1998).

Funcionalmente, los HF mantienen características ecológicas entre un ecosistema natural y uno manejado por el ser humano mediante prácticas culturales (Galluzzi *et al.*, 2010; Lucio, 2022). En su interior convergen elementos, procesos y mecanismos biológicos, culturales y lingüísticos que inciden en el mantenimiento de los conocimientos tradicionales, y que pueden impactar positivamente (o no) en la conservación de recursos genéticos (Mariaca, 2012; Calvet-Mir *et al.*, 2014). Es por ello que los HF emergen como creaciones bioculturales similares a otros sistemas de producción de los recursos naturales que se desarrollan en un lugar, escala y tiempo determinados, y en los que pueden originarse, desarrollarse y moldearse otras asociaciones como son las expresiones artísticas, ceremoniales o religiosas (Toledo & Barrera-Bassols, 2008).

Además de plantas, en los HF habitan otros recursos bioculturales como animales y hongos que forman parte de la articulación entre el uso, manejo y conocimiento tradicional de las comunidades (Toledo *et al.*, 2019). Kehlenbeck *et al.* (2007) han planteado que el manejo al interior de los HF coadyuva a la sostenibilidad de éstos, además de que incrementa la riqueza y diversidad florística, y brinda un hábitat para la interacción positiva entre diversas especies

(Hakim *et al.*, 2018), misma que se ven favorecidas por la interconexión de estos espacios con parches de la vegetación circundante (Yashmita-Ulman *et al.*, 2021). Lo anterior contribuye no solo a la conservación de la agrobiodiversidad mediante la construcción de paisajes socioecológicos (Nair *et al.*, 2021), sino al fortalecimiento de la cultura local (Reyes-García *et al.*, 2009).

A nivel mundial, México cuenta con el mayor número de HF por unidad de superficie (Kumar & Nair, 2006). El estudio de estos sistemas en el país ha priorizado la generación de conocimientos sobre el papel que juegan en la seguridad alimentaria (Montagnini & Metzger, 2015), las características físicas, biológicas y culturales, la soberanía alimentaria en zonas rurales y urbanas (Cano-Contreras, 2016), el conocimiento tradicional asociado a su manejo (Rebollar-Domínguez *et al.*, 2008), y la diversidad de especies vegetales relacionada a la lengua nativa (Mariaca, 2012).

Otras contribuciones abordan el efecto de la dinámica sociocultural y económica sobre las condiciones ecológicas de los HF, evidenciando que, a mayor arraigo de la cultura local más compleja es la estructura y riqueza de especies (Chablé-Pascual *et al.*, 2015). A su vez, se ha documentado que aquellos HF cercanos a mercados y con venta de productos procedentes de éstos, tienden a una mayor homogeneización de especies y a una disminución en la diversidad florística (Pagaza, 2008).

Además, se ha sugerido que la variación en algunos parámetros ecológicos (riqueza, estructura y diversidad) está relacionada con las características de la vegetación y el lugar de establecimiento de los HF (Jiménez, 2007), así como con el conocimiento tradicional que posean los propietarios (Castañeda-Guerrero *et al.*, 2020); sobre todo al considerar el valor de estas métricas entre HF urbanos y rurales (Pagaza, 2008). Por ejemplo, los HF de una comunidad rural de Yucatán tienen 171 especies y una alta diversidad vegetal  $H' = 4.26$ ; (Salazar-Barrientos *et al.*, 2015), en tanto que, en los HF urbanos de Puebla, inmersos en un paisaje antrópico con relictos de selva mediana y alta, la riqueza florística se estima en 361 especies, con una variación en la diversidad de  $H' = 0.873$  a  $H' = 3.92$  (Castañeda-Guerrero *et al.*, 2020).

En el estado de Morelos, ubicado en la región centro de México, el estudio de los HF se ha focalizado en documentar las especies alimenticias y sus patrones socioculturales (Becerril Tello *et al.*, 2020), la riqueza de plantas útiles (Monroy-Martínez *et al.*, 2017), la estructura arbórea (Sotelo-Barrera *et al.*, 2016) y la composición florística en ambientes contrastantes (Monroy *et al.*, 2017).

Sin embargo, el número de investigaciones todavía es limitado, sobre todo en la porción sureste del estado, inmerso en la provincia de la cuenca del Balsas, la cual se caracteriza por la presencia de bosque tropical caducifolio (Flores-Tolentino *et al.*, 2021). Este ecosistema presenta altas tasas de deforestación por actividades antrópicas como cambio de uso de suelo y labores agrícolas (Trejo & Hernández, 1996; Trejo & Dirzo, 2002) las cuales han impactado considerablemente su estructura, diversidad y funcionalidad ecológica (Beltrán-Rodríguez *et al.*, 2018), y podrían generar ruptura cultural (Bridgewater & Rotherham, 2019); por lo que la presencia y mantenimiento de los HF pareciera un aspecto clave para la conservación biocultural de este socioecosistema en la región (Ortiz-Sánchez *et al.*, 2015; García-Flores *et al.*, 2021).

Aunado a lo anterior, existen antecedentes en la región sobre la fuerte presión en la pérdida de conocimiento tradicional y su impacto en el ecosistema (Arjona-García *et al.*, 2021), en la diversidad arbórea (Yescas-Albarrán *et al.*, 2016), así como en las formas de manejo (Abad-Fitz *et al.*, 2020); por lo que la caracterización de los parámetros ecológicos asociados a los HF de esta región es un tópico emergente para documentar, particularmente en lo que respecta a las prácticas sociales que los propietarios llevan a cabo para favorecer dichas métricas, así como al

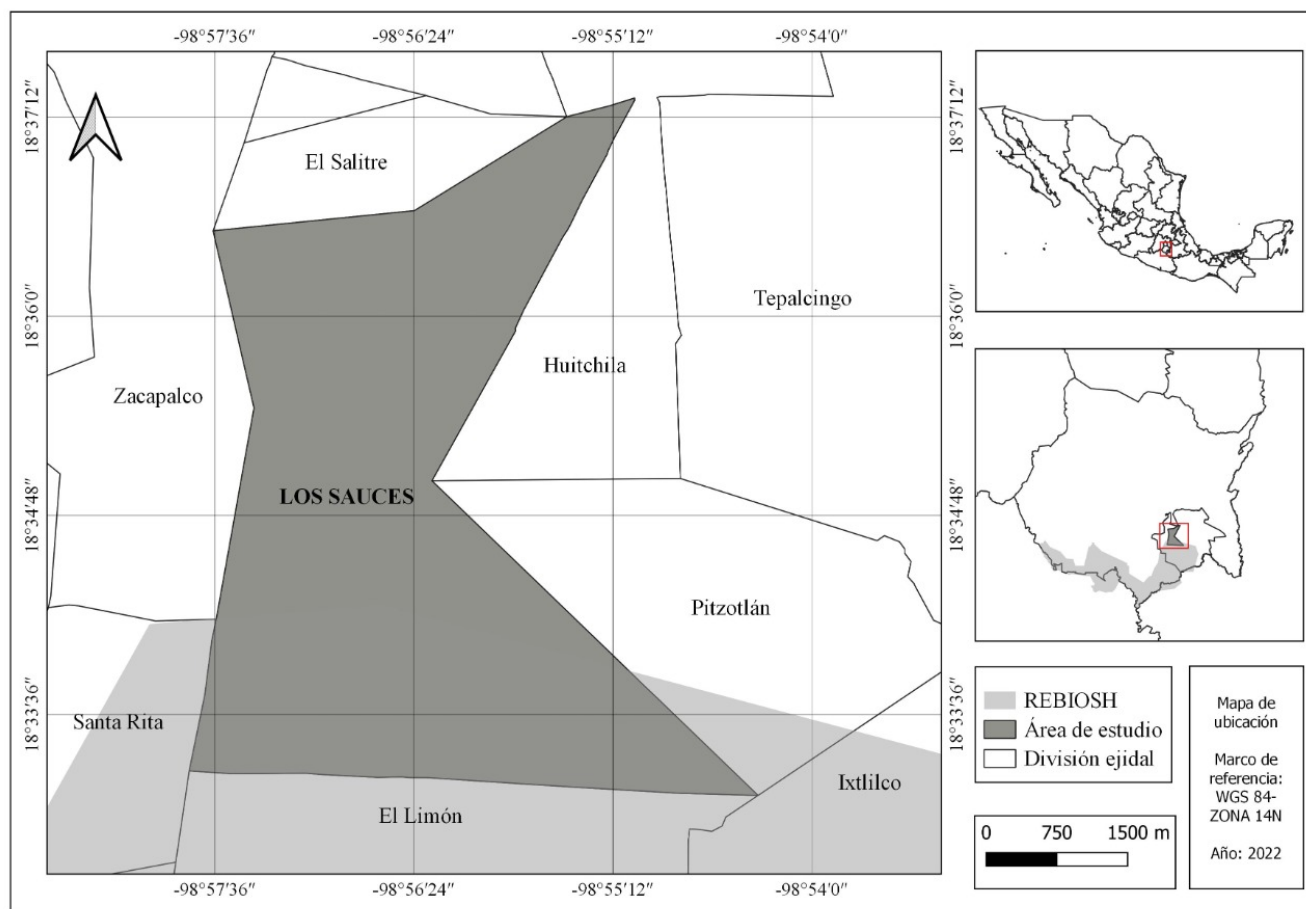
papel que tienen los recursos bioculturales que estos HF albergan en la subsistencia local. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue determinar la riqueza, estructura y diversidad florística de los HF en un poblado rural inmerso en la Cuenca del Balsas, así como documentar el uso y manejo de los recursos bioculturales, específicamente plantas, y su implicación en las características ecológicas de estos sistemas agroforestales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

Este estudio se realizó de noviembre 2020 a febrero de 2021 en el ejido de Los Sauces, municipio de Tepalcingo, Morelos, ubicado en el sureste de la entidad, entre las coordenadas 18° 38' 19.156" N y 98° 57' 34.613" O, a una altitud de 1,385 msnm. (Fig. 1). El 40 % del ejido se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH), mientras que el resto pertenece a la zona poblada aledaña a esta ANP (Dorado Ramírez, 2001). El tipo de suelo que domina es el leptosol (INEGI, 2020). El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano  $Aw_0(w) i$  g, el más seco de los subhúmedos, con una temperatura media anual 24.3 °C y una precipitación media anual de 885.3 mm (García, 2004). El tipo de vegetación dominante es Bosque Tropical Caducifolio (BTC), ecosistema que cuenta con dos estacionalidades bien definidas: lluvias y sequía; aún cuando también existen otros sistemas socioecológicos en el área de estudio, entre los que destacan los HF. La población de Los Sauces se dedica principalmente a la agricultura, ganadería, colecta de plantas medicinales, extracción de leña para venta (Yescas-Albarrán *et al.*, 2016) y recolección de resina de copal ancho y chino (*Bursera copallifera* y *Bursera bipinnata*, respectivamente (Abad-Fitz *et al.*, 2020). En Los Sauces se siembra maíz (*Zea mays* L.), calabaza (*Cucurbita pepo* L.), sorgo forrajero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), jitomate (*Solanum lycopersicum* L.), chile (*Capsicum annuum* L.) y jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) (Abad-Fitz *et al.* 2020), principalmente para autoconsumo.

El ejido de Los Sauces se estableció en 1932, en ese entonces como una pequeña ranchería con poco menos de ocho familias, que posteriormente crecieron en extensión territorial y fueron dotadas de tierras, mismas que se parcelaron hace poco menos de 30 años, conformándose, así como ejido. Las familias que habitan en Los Sauces tienen su origen de otras rancherías cercanas y otros pueblos ubicados al sur del estado de Morelos; en pocos casos pertenecen al estado de Guerrero, Edo. de México y Michoacán. Al igual que otras comunidades y ejidos de la REBIOSH, el idioma dominante es el español (Mena, 2018). Los pobladores mantienen contacto directo con diversos centros urbanos, como son la cabecera municipal (Tepalcingo) y las ciudades de Axochiapan, Cuautla y Cuernavaca, todas ubicadas en el estado de Morelos (Arjona-García *et al.*, 2021). Entre las festividades más importantes en el ejido se encuentra el 2 de febrero, día en que se venera a la Virgen de la Candelaria. A lo largo del año también se llevan a cabo otras celebraciones patronales en Los Sauces, en las que algunas mujeres acostumbran a llevar flores de los HF a la iglesia. Cabe precisar que los HF de Los Sauces son manejados principalmente por las mujeres de diferentes edades (75%), aunque en algunos hogares los hombres también participan activamente. Las labores que las mujeres han adoptado al interior de estos sistemas conciernen a actividades como el regado, la siembra y la eliminación de competencia de malezas, mientras que los hombres se dedican a otras labores que requieren más fuerza de trabajo, como la poda de árboles y el acarreo de tierra para las plantas. Los propietarios constantemente adquieren plantas para el HF, favoreciendo la riqueza de especies, así como el número de individuos presentes, y al sembrar especies con diferente hábito de crecimiento van construyendo la estructura vertical y horizontal. Actualmente la población de Los Sauces está conformada por 341 personas distribuidas en 99 viviendas, de las cuales 159 son mujeres y 182 hombres; todos se reconocen como mestizos. Es relevante enfatizar que a pesar de que menos del 10% de la población mayor de 15 años no tiene instrucción formal ni acceso a los servicios de salud (INEGI, 2020), Los Sauces es un ejido considerado con alto grado de marginación (COESPO, 2019).



**Fig. 1.** Ubicación del ejido Los Sauces, Tepalcingo, Morelos. En la parte inferior de color gris se ubica la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla.

### Muestreo

A partir de entrevistas previamente desarrolladas en el área de estudio por el grupo de trabajo (Abad-Fitz *et al.* 2020; Arjona-García *et al.*, 2021) y mediante recorridos de campo, se determinó que el 80% de los hogares en Los Sauces tienen HF. De éstos se seleccionaron 60 HF a través de un muestreo aleatorio estratificado desarrollado en diferentes zonas del ejido (centro, media y periferia), para así lograr captar la mayor variabilidad de las representaciones bioculturales de los HF en el área de estudio, lo que representó el 75% del total de los HF en el ejido. Se tomó como unidad de análisis todo el huerto familiar, siguiendo las recomendaciones de Sotelo-Barrera *et al.* (2016). Los muestreos se realizaron en compañía del propietario, con el propósito de conocer el tamaño de su HF y también para documentar los nombres locales, los usos y las prácticas de manejo que desarrollan con los recursos bioculturales presentes en estos espacios. La obtención de la información se llevó a cabo mediante pláticas informales, entrevistas abiertas y semiestructuradas y acción participativa (Bernard, 2006). En total se entrevistaron a 60 propietarios de HF: 45 mujeres y 15 hombres.

Durante los muestreos se registraron todas las especies pertenecientes a los diferentes estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo, así como su abundancia, colectándolas por quintuplicado y llevando un registro fotográfico de cada especie. Posteriormente, el material vegetal se determinó taxonómicamente con el apoyo del curador del Herbario “HUMO” del Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIByC) de la Universidad Autónoma del

Estado de Morelos. La nomenclatura taxonómica se estandarizó con base en tropicos.org. Missouri Botanical Garden (2021).

### Análisis de datos

Se calculó el índice de diversidad específica de Margalef ( $D\alpha$ ) tomando en cuenta el número de especies y el número de individuos. Se realizó un inventario para conocer el número total de especies obtenido del censo de cada HF. El cálculo se obtuvo mediante la siguiente expresión:

$$DMg = (S - 1) / \ln N$$

Donde: DMg= Índice de diversidad específica de Margalef, (S) número de especies, (ln) logaritmo natural y (N) el número total de individuos.

Para obtener la composición de especies botánicas, se organizaron las especies registradas en los HF a nivel de familia, género y especie, de acuerdo con la nomenclatura taxonómica referida en el sitio tropicos.org del Missouri Botanical Garden (2021).

También, con el propósito de conocer la homogeneidad o heterogeneidad de los HF en Los Sauces se calculó el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), ya que éste mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo tomado al azar dentro de los HF.

Finalmente, se calculó el índice de equidad de Pielou ( $J'$ ), que nos indica si las especies se encuentran equitativamente repartidas entre cada taxón (abundancia por especie). Se calculó con base en la siguiente ecuación:

$$J' = H' / H'_{\max} \text{ y } H'_{\max} = \log_2(S)$$

Dónde:  $J'$  = Equidad,  $H'$  = Índice de Shannon-Wiener,  $H'_{\max} = \log_2^2$ ,  $S$  = Número de especies.  $H'_{\max} = \log_2^2 S$  = a la diversidad bajo condiciones de máxima equidad. Este índice toma valores de 0 a 1; a mayor equidad se obtendrá un valor más cercano a 1.

El alfa de Fisher ( $S$ ) compara cuantitativamente e involucra la relación entre el número de individuos y el número de especies presentes de los HF, y no se ve afectado por el tamaño de la muestra o la superficie:

$$S = \alpha \ln [1 + (N / \alpha)]$$

Donde:  $S$  es el número de especies,  $n$  el número de individuos y  $\alpha$  el alfa de Fisher.

Todos estos índices se determinaron mediante el software Species Diversity & Richness versión 4.1.2 (Henderson & Seaby, 2007).

Para la descripción de la estructura horizontal de los HF se realizó un ordenamiento espacial en un plano de coordenadas "X", "Y", y se tomó como unidad todo el HF (Pagaza, 2008). La estructura horizontal se refiere a la ubicación de las plantas con respecto a la casa o unidad familiar, a través del registro de todos los individuos de las especies (arbustos, árboles y plantas arborescentes) mayores a 1.5 m de altura y de la medición del diámetro a la altura del pecho (DAP) y la cobertura de la copa ( $m^2$ ).

A su vez, la estructura vertical analiza los diferentes estratos (arbóreo/alto, arborescente, arbustivo/medio, y herbáceo/bajo) presentes en este espacio, mediante el registro de la altura total (m) de los mismos (Pagaza, 2008).

Para el análisis estructural y la evaluación de la dominancia jerárquica de cada especie en el plano horizontal y vertical, se emplearon dos índices ecológicos que han sido utilizados para el



análisis de otros HF: el Índice de Valor de Importancia Relativo (IVIR) (Chablé-Pascual et al., 2015) y el Índice de Valor Forestal Relativo (IVFR) (Padilla-Vega *et al.*, 2015). El IVIR de cada especie se estimó con base en valores de frecuencia relativa (FR), densidad relativa (DR) y dominancia relativa (DMR) (Curtis & McIntosh, 1951).  $IVIR = \text{Dominancia relativa} + \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa}$ .

La dominancia (área basal) relativa se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia absoluta por especie}}{\text{Dominancia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia absoluta} = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

La densidad relativa a través de la siguiente expresión:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad absoluta por cada especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

En tanto la frecuencia relativa con base en lo siguiente:

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia absoluta por cada especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{Número de huertos familiares en los que se presenta cada especie}}{\text{Número total de huertos familiares muestreados}}$$

El Índice de Valor Forestal Relativo (IVFR) es complementario al IVIR ya que permite una evaluación bidimensional de la estructura de la vegetación (arbustos, árboles y plantas arborescentes) en los HF, tomando en cuenta tres medidas: nivel del estrato medio-superior en el plano horizontal (diámetro a la altura del pecho), los estratos medio y superior en el plano vertical (altura), y el nivel del estrato medio-superior en el plano horizontal (cobertura de copa). Con estos registros se obtuvieron datos sobre diámetro, altura y cobertura relativa.  $IVFR = \text{Diámetro relativo} + \text{Altura relativa} + \text{Cobertura relativa}$  (Corella *et al.*, 2001).

El diámetro relativo se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{Diámetro relativo} = \frac{\text{Diámetro absoluto de cada especie}}{\text{Diámetro absoluto de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Diámetro absoluto} = \frac{\text{Diámetro de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

Para obtener la altura relativa se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Altura relativa} = \frac{\text{Altura absoluta de cada especie}}{\text{Altura absoluta de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Atura absoluta} = \frac{\text{Altura de cada especie}}{\text{Área muestreada}}$$

En cuanto a la cobertura relativa se obtuvo a partir de la siguiente expresión:

$$\text{Cobertura relativa} = \frac{\text{Cobertura absoluta de cada especie}}{\text{Cobertura absoluta de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Cobertura absoluta} = \frac{\text{Cobertura de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

La cobertura fue evaluada mediante la fórmula para el área de una elipse:

$$A = \pi ab$$

Donde:

$\pi = 3,1416$

a = semieje mayor

b = semieje menor

## RESULTADOS

### Riqueza, diversidad y composición florística

Se registraron un total de 329 especies pertenecientes a 234 géneros y 91 familias botánicas en los 60 HF estudiados. La riqueza de especies de los 60 HF tuvo una variación de 13 a 78 especies, con una media de 38.45 y desviación estándar de 15.44, en un área promedio de 646 m<sup>2</sup> (Fig. 2). El índice de diversidad específica de Margalef presentó valores de  $D_{Mg} = 2.9$  a 14, con una media de  $7.94 \pm 2.44$ , indicando una alta diversidad (Apéndice 1). De acuerdo con el índice de Shannon-Wiener los HF de Los Sauces presentan una alta diversidad, con un intervalo de  $H' = 1.621$  a 3.958, un valor promedio de  $H' = 3.08 \pm 0.46$  (Apéndice 1). La equidad de Pielou presentó valores de 0.58 a 0.96, con una media de  $0.86 \pm 0.076$ , indicando que las especies están distribuidas equitativamente en cuanto a su abundancia en cada HF. El Alpha de Fisher obtuvo valores entre 5.1 y 42.8, con una media de  $23.33 \pm 9.30$  (Apéndice 1).

Las hierbas representan el 47% del total de especies, árboles el 29%, arbustos el 9%, arborescentes 6%; mientras que el 9% restante lo conforman especies epífitas, bejucos y plantas rosetófilas. Las familias botánicas más representativas de los HF por el número de especies son Fabaceae (7.29%), Araceae (6.07%) y Asparagaceae (4.86%). Las especies más frecuentes en los HF son principalmente ornamentales y alimenticias (Tabla 1 y 3). El número total de individuos (hierbas, arbustos, árboles y plantas arborescentes) fue de 7,188 en un área total de 3.87 hectáreas.

En la figura 2A se muestra un HF de mayores dimensiones que se encuentra inmerso en el Bosque Tropical Caducifolio, mientras que en la figura 2B se aprecia una fracción de otro HF pero de menores dimensiones, con organización vertical de los elementos.



**Fig. 2.** Huertos familiares del ejido Los Sauces, en los que están presentes especies alimenticias, ornamentales y medicinales. A) Vista panorámica de un huerto familiar con mayor superficie e interconectado con la vegetación silvestre, B) Sección de un huerto familiar pequeño que ilustra el arreglo vertical de las plantas.

#### **Caracterización estructural**

Los HF de Los Sauces presentaron especies epífitas, enredaderas, herbáceas, arbustivas, arbóreas y arborescentes, cuyo arreglo espacial y horizontal es determinado por cada propietario, principalmente las mujeres (Fig. 3). Entre los principales criterios que se toman en



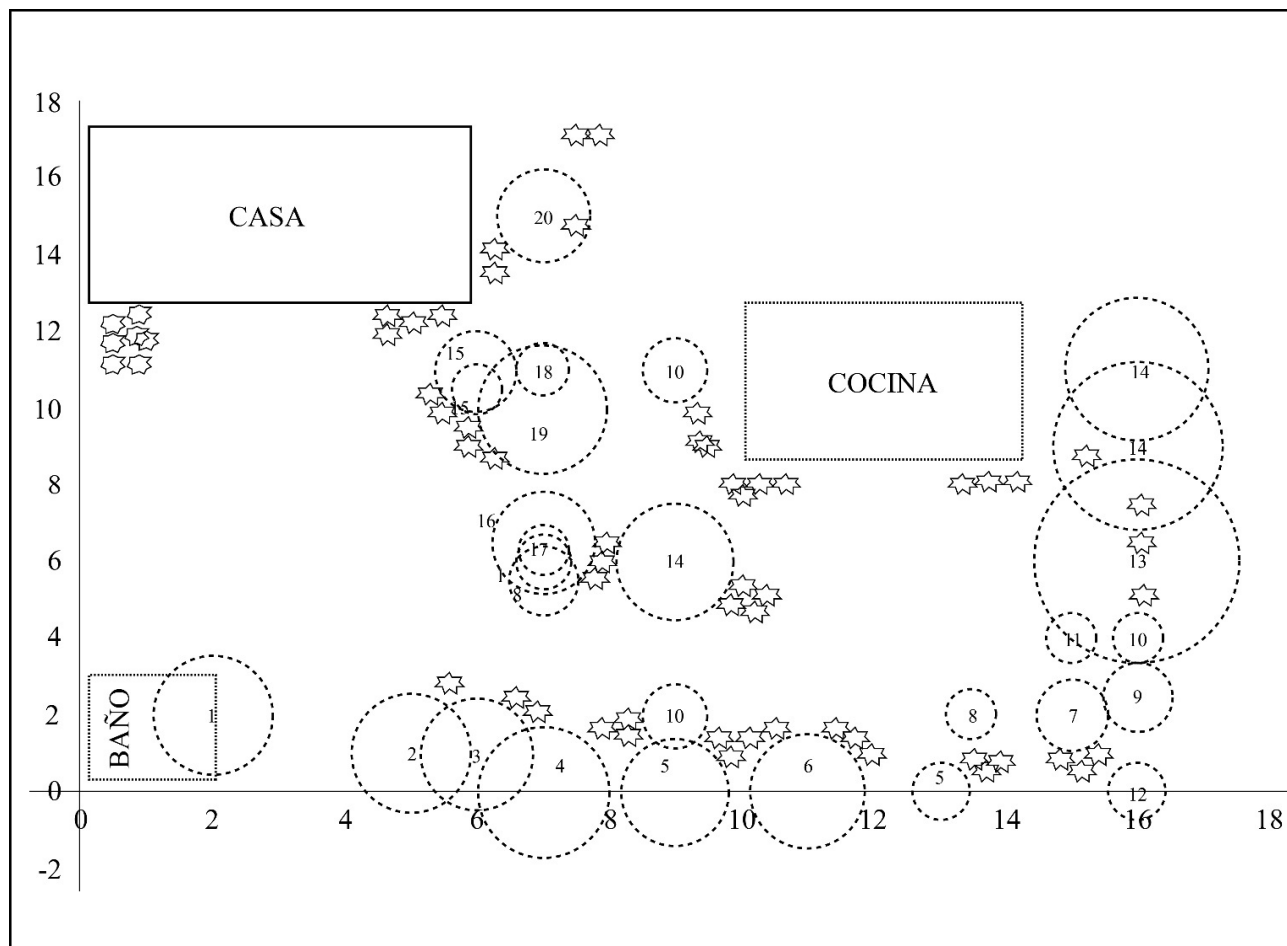
cuenta para establecer este arreglo en el ejido están la disponibilidad de agua y la edad del propietario, ya que los huertos localizados en las porciones más distantes (periferia) al centro de la zona poblada tienden a estar conformados por más especies silvestres con menores requerimientos para su cuidado (Fig. 2A), en comparación con los huertos de la zona centro, en donde abunda el recurso hídrico y por lo tanto se ha favorecido la presencia de plantas herbáceas que generalmente son manejadas por mujeres adultas que llevan a cabo labores de riego y deshierbe a determinadas alturas (Fig. 2B). Es relevante mencionar también a la forma del terreno y a la superficie que posee cada HF como algunos otros de los criterios determinantes en la estructuración de estos sistemas, debido a que la fragmentación del terreno en un núcleo familiar por la conformación de nuevas familias que se establecen en el mismo espacio modifica tanto la cantidad de plantas que pueden incorporarse al HF como el arreglo que éstas tendrán en dicha superficie, situación que reduce la amplitud del HF en términos horizontales.



**Fig. 3.** Propietaria de un Huerto Familiar en el ejido Los Sauces, Tepalcingo, Morelos.

Las especies más frecuentes en el plano horizontal fueron la rosa (*Rosa* spp.), papaya (*Carica papaya* L.), geranio (*Pelargonium x hortorum* L.H.), corona de cristo (*Euphorbia mili* Des Moul.), guaje blanco (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) y cacaloxuchil (*Plumeria rubra* L.). En la figura 4 se muestra una distribución horizontal de las plantas en HF de Los Sauces, relacionada principalmente con el uso, debido a que las especies con uso ornamental se ubican

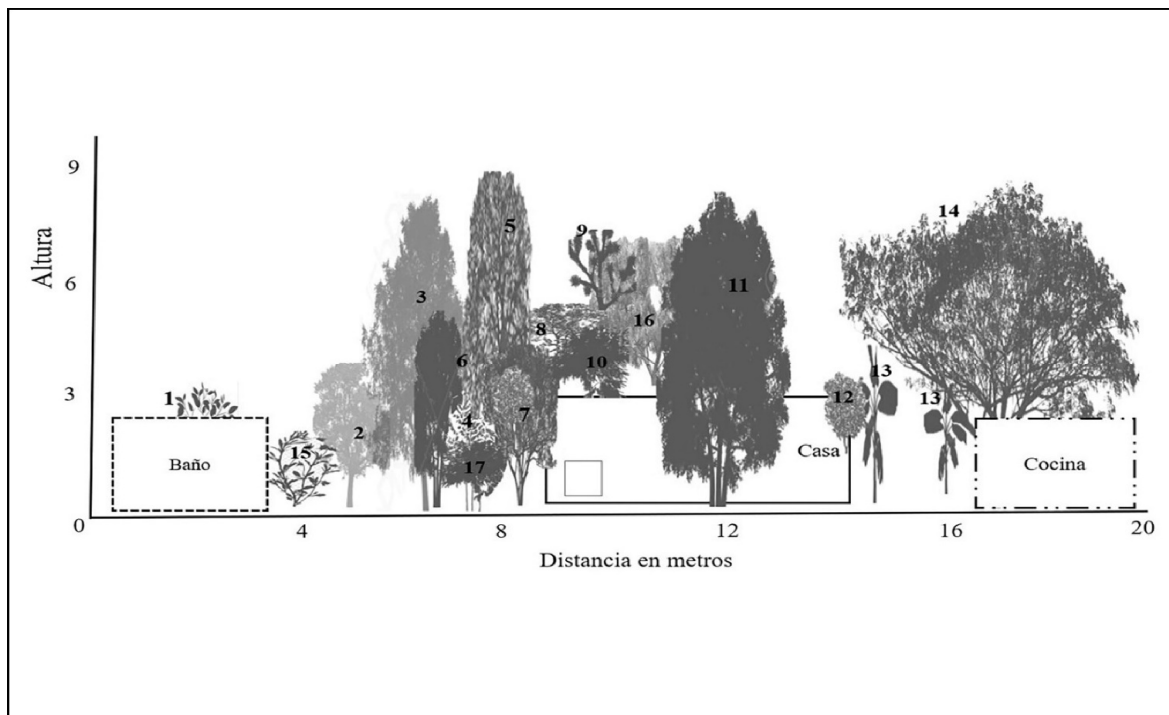
en la parte frontal de la vivienda, mientras que las especies arbóreas-arbustivas-arborescentes cerca de la cocina, con el objeto de proporcionar sombra y alimento. De los individuos registrados, todos presentaron un DAP superior a 1.5 cm, con un valor máximo de 159.15 cm y mínimo de 1.5 cm (18.16 cm promedio  $\pm$  17.90 cm D.E). El diámetro relativo mayor fue para *Spondias purpurea* L. con 12.04%, seguido de *Musa paradisiaca* L. (7.31%); en tanto que valores altos en cuanto a la cobertura los obtuvieron *C. papaya* (38.49 %) y *L. leucocephala* (10.19%).



**Fig. 4.** Ejemplo de la distribución horizontal de plantas y casa habitación en un huerto familiar del ejido Los Sauces, el cual está relacionado con el uso de las especies. El número indica la especie. 1.- Tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis* L.), 2.- Pata de cabra (*Lysiloma tergeminum* Benth.), 3.- Palo prieto (*Ehretia tinifolia* L.), 4.- Mandarina (*Citrus reticulata* Blanco), 5.- Nanche (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth), 6.- Granada (*Punica granatum* L.), 7.- Plátano (*Musa paradisiaca* L.), 8.- Limón (*Citrus aurantifolia* Swingle), 9.- Guaje colorado (*Leucaena esculenta* (DC.) Benth.), 10.- Papaya (*Carica papaya* L.), 11.- Sauco (*Sambucus nigra* subsp. *canadensis* (L) Bolli), 12.- Pistache (*Simarouba amara* Aubl.), 13.- Tamarindo (*Tamarindus indica* L.), 14.- Ciruela (*Spondias purpurea* L.), 15.- Cacaloxuchil (*Plumeria rubra* L.), 16.- Delfa (*Nerium oleander* L.), 17.- Guaje blanco (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit.), 18.- Laurel (*Ficus microcarpa* L. f.), 19.- Guayaba (*Psidium guajava* L.) y 20.- Níspero (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl). Basado en una representación hipotética promedio de los HF. Las herbáceas están representadas con estrellas, principalmente posicionadas en macetas o recipientes como tinajas, botes y botellas.



En cuanto a la estructura vertical, esta configuración se explica principalmente por el hecho de que las especies que rodean la casa-habitación y la cocina proporcionan sombra, alimento y belleza, tanto por el tamaño de las copas de los árboles como por el uso ornamental de algunas especies (Fig. 5). Se lograron diferenciar tres estratos: herbáceo compuesto por especies como geranio (*P. x hortorum*), corona de cristo (*E. mili*) y sábila (*Aloe arborescens* Mill.); arbustivo como granada (*Punica granatum* L.), tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis* L.) y chaya (*Cnidioscolus aconitifolius* (Mill.) I.M. Johnst.); arborescente como *M. paradisiaca* y *C. papaya*; y arbóreo como guaje blanco (*L. leucocephala*), palo prieto (*Ehretia tinifolia* L.) y cebollejo (*Daphnopsis americana* (Mill.) J.R. Johnst).



**Fig. 5.** Estructura vertical (promedio) observada en los huertos familiares del ejido Los Sauces, Tepalcingo, Morelos.

- 1.- Floripondio (*Brugmansia candida* Pers), 2.- Pata de cabra (*Lysiloma tergeminum* Benth), 3.- Palo prieto (*Ehretia tinifolia* L.), 4.- Granada (*Punica granatum* L.) 5.- Tulipán de la india (*Spathodea campanulata* P. Beauv), 6.- Guajocote (*Malpighia mexicana* A. Juss), 7.- Aguacate (*Persea americana* Mill.), 8.- Cuajilote (*Parmentiera aculeata* (Kunth) Seem.), 9.- Lizote (*Yucca gigantea* Lem.), 10.- Ciruela (*Spondias purpurea* L.), 11.- Ficus (*Ficus* spp.), 12.- Limón (*Citrus aurantifolia* Swingle), 13.- Plátano (*Musa paradisiaca* L.), 14- Tamarindo (*Tamarindus indica* L.), 15.- Delfa (*Nerium oleander* L.), 16.- Guaje colorado (*Leucaena esculenta* (DC.) Benth.) y 17.- Bugambilia (*Bougainvillea spectabilis* Willd.).

### Usos de las especies en los Huertos Familiares

Se encontraron 11 categorías de usos (Tabla 1) en las cuales los propietarios de los HF de Los Sauces reflejan la importancia biocultural de las especies vegetales presentes en estos espacios, destacando el uso ornamental, alimenticio, medicinal y sombra. Cabe precisar que algunas especies como Zapote prieto (*Diospyros nigra* (J.F. Gmel.) Perrier), Chupandillo (*Cyrtocarpa procera* Kunth) y Guajocote (*Malpighia mexicana* A. Juss) tienen uso múltiple, por lo que el porcentaje es mayor a cien por ciento.

La categoría ornamental refleja la participación del género femenino, quien introduce nuevas plantas para embellecer el hogar, principalmente herbáceas como: Adelfa (*Nerium oleander* L.), Rosas (*Rosa* sp.), Vivorillo (*Sanseveria trifasciata* Prain) y Amor de un rato (*Portulaca grandiflora* Hook.). Por otra parte, las especies que conforman la categoría alimenticia proporcionan fruta a la familia como: la Granada (*Punica granatum* L.), Guamúchil (*Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth.), Guayaba (*Psidium guajava* L.); mientras que algunas especies son la base principal para la elaboración de platillos locales como el Lizote (*Yucca gigantea* Lem.), cuyas flores son utilizadas para prepararlas con huevo. Finalmente, en cuanto a la categoría medicinal se encuentran usos como: dolor de estómago, aumentar plaquetas, bajar los niveles de glucosa, bajar la presión arterial, limpiar el riñón, entre otros; atendidos mediante el uso de varias de estas especies.

**Tabla 1.** Diversidad de categorías de uso presentes en los Huertos familiares de Los Sauces, Tepalcingo Morelos.

| Categoría de uso   | Número de especies | Porcentaje de especies |
|--------------------|--------------------|------------------------|
| Ornamental         | 197                | 61.3                   |
| Alimento           | 55                 | 17.7                   |
| Medicinal          | 53                 | 16.5                   |
| Sombra             | 41                 | 12.7                   |
| Cerco Vivo         | 8                  | 2.4                    |
| Místico-religioso  | 8                  | 2.4                    |
| Condimento         | 6                  | 1.8                    |
| Construcción       | 3                  | 0.9                    |
| Herramienta        | 3                  | 0.9                    |
| Artesanal          | 1                  | 0.3                    |
| Envolver alimentos | 1                  | 0.3                    |

#### **Prácticas de manejo y obtención de las especies presentes en los Huertos familiares**

En los 60 HF se llevan a cabo distintas prácticas de manejo tanto por mujeres como por hombres de diferentes edades, destacando el riego, la limpieza del HF (suelo libre de hojas) y el deshierbe (Tabla 2). Cabe precisar que estas prácticas están en función de diversas variables, como pueden ser la edad y el sexo del propietario, la extensión del terreno y la ubicación del HF con respecto a la zona centro del área poblada en el ejido. Debido a que cada propietario realiza más de una actividad el porcentaje supera el cien por ciento.

**Tabla 2.** Actividades que realizan los propietarios en sus Huertos familiares de Los Sauces, Tepalcingo Morelos.

| Tipo de prácticas de manejo                   | Porcentaje de Huertos Familiares en lo que se desarrolla la actividad |
|---|---|
| Riego   | 91  |
| Suelo libre de hojas                          | 90  |
| Deshierban                                    | 83  |
| Poda  | 66  |
| Eliminación de plagas                         | 46  |
| Aplicación de cal a los tallos de los árboles | 36  |
| Abonar  | 33  |
| Fumigar                                       | 21  |
| Cajetes y hecha tierra a sus plantas          | 10  |

El origen y las decisiones para la conformación de los HF en Los Sauces es diversa, particularmente en lo concerniente a especies no silvestres que se introducen a estos espacios. Durante las entrevistas el 75% de los propietarios mencionó que las plantas que tienen en el HF las compran en el mercado de Cuautla, Morelos. El 71% indicó que se las han regalado en eventos sociales o visitas a otras casas. El 30% hace intercambio de plantas con vecinos del ejido o de otras comunidades, el 17% trae las plantas del campo y el 8.3% menciona que cuando asisten a una fiesta toman la planta que ponen en el centro de mesa y se la llevan a su hogar. Cabe precisar que independientemente del origen de las especies, el propósito es el enriquecimiento del HF, tanto en composición y número de especies como en su densidad.

#### **Atributos ecológicos de los huertos familiares**

Con respecto a los atributos ecológicos de las especies ubicadas en los diferentes estratos de los HF, éstas presentan formas de crecimiento diversas, que como se indicó previamente están representadas sobre todo por los arbustos, árboles y plantas arborescentes. Se aprecia que las dimensiones alométricas difieren entre las formas de crecimiento, independientemente del atributo medido, pero en varios de los casos las especies dominantes son las mismas (Tabla 3). Destaca que las especies dominantes medidas a través de estos atributos ecológicos refieren a recursos bioculturales localmente valorados por sus usos ornamentales, como sombra y alimento; posibles móviles de su tolerancia y promoción en los HF y del hecho de que se procure su mantenimiento mediante diversas prácticas de manejo (Tabla 2).

**Tabla 3.** Variables alométricas por estrato en los Huertos familiares de Los Sauces, Tepalcingo Morelos.

|                                       | Promedio | MAX     | MIN      | D.E     | Especies dominantes   |
|---------------------------------------|----------|---------|----------|---------|---|
| <b>Diámetro a la altura del pecho</b> |          |         |          |         |   |
| Arbusto                               | 0.14 m   | 0.82 m  | 0.015 m  | 0.15 m  | Astronómica ( <i>Lagerstroemia indica</i> L.), delfa ( <i>Nerium oleander</i> L.), pitayo ( <i>Stenocereus stellatus</i> (Pfeiff.) Riccob.), granada ( <i>Punica granatum</i> L.)         |
| Arborescente                          | 0.15 m   | 1.59 m  | 0.035 m  | 0.17 m  | Plátano ( <i>Musa paradisiaca</i> L.), papaya ( <i>Carica papaya</i> L.), pata de elefante ( <i>Beaucarnea recurvata</i> Lem.).   |
| Árbol                                 | 0.19 m   | 1.13 m  | 0.0031 m | 0.18 m  | Palo prieto ( <i>Ehretia tinifolia</i> L.), guaje blanco ( <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.), cebollejo ( <i>Daphnopsis americana</i> (Mill.) J.R. Johnst.)                    |
| <b>Cobertura</b>                      |          |         |          |         |   |
| Arbusto                               | 1.74 m   | 28.01 m | 0.063 m  | 2.66 m  | Granada ( <i>Punica granatum</i> L.), floripondio ( <i>Brugmansia candida</i> Pers), delfa ( <i>Nerium oleander</i> L.).  |
| Arborescente                          | 1.26 m   | 15.27 m | 0.038 m  | 1.62 m  | Papaya ( <i>Carica papaya</i> L.), plátano ( <i>Musa paradisiaca</i> L.), lizote ( <i>Yucca gigantea</i> Lem.).   |
| Árbol                                 | 8.49 m   | 891.2 m | 0.012 m  | 46.55 m | Pánicua ( <i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.), anona ( <i>Annona reticulata</i> L.), laurel ( <i>Ficus microcarpa</i> L.f.)   |
| <b>Altura</b>                         |          |         |          |         |   |
| Arbusto                               | 3.14 m   | 6 m     | 1.6 m    | 1.004 m | Astronómica ( <i>Lagerstroemia indica</i> L.), chaya ( <i>Cnidoscolus aconitifolius</i> (Mill.) I.M. Johnst.), ayoyote ( <i>Cascabela ovata</i> (Cav.) Lippold).                          |
| Arborescente                          | 3.40 m   | 8 m     | 1.6 m    | 1.09 m  | Plátano ( <i>Musa paradisiaca</i> L.), papaya ( <i>Carica papaya</i> L.), pitayo ( <i>Stenocereus stellatus</i> (Pfeiff.) Riccob.), pata de elefante ( <i>Beaucarnea recurvata</i> Lem.). |
| Árbol                                 | 5.14 m   | 25 m    | 1.8 m    | 3.35 m  | Ficus ( <i>Ficus benjamina</i> L.), ciruela ( <i>Spondias purpurea</i> L.), cacaloxuchil ( <i>Plumeria</i> sp.), cebollejo ( <i>Daphnopsis americana</i> (Mill.) J. R. Johnst)            |

**Índice de Valor de Importancia e Índice de Valor Forestal de los Huertos Familiares**

De acuerdo con el IVIR, las especies más relevantes en los HF estudiados son ciruela (*S. purpurea*; 25.62%), plátano (*M. paradisiaca*; 15.08%) y guaje blanco (*L. leucocephala* 13.87%) (Tabla 4 y Apéndice 2); mientras que en el caso del IVFR fueron: *C. papaya* (48. 05%) y *S. purpurea* (22.92%) (Tabla 5 y Apéndice 3). En ambos índices *S. purpurea* es una especie jerarquizada con valores altos, debido a su abundancia en los HF, su fácil propagación, y su uso en la gastronomía local, debido a que dependiendo de la madurez del fruto se realizan diferentes platillos, como salsas, atole y tamales, o simplemente se consume el fruto. Mientras que *L. leucocephala* es una especie de rápido crecimiento, característica del BTC, y con las semillas se elabora un platillo típico llamado huaxmole; además de que cuando las vainas están inmaduras

las consumen sin ninguna preparación, y son la base principal para la elaboración de salsas. Por otra parte, *M. paradisiaca* está disponible todo el año, forma parte de la alimentación y con sus hojas se envuelven alimentos y se preparan tamales. Para el caso específico del IVFR, *C. papaya* también fue estructuralmente importante, y al igual que *M. paradisiaca* son plantas arborecentes cuyos frutos pueden consumirse durante todo el año, además de que ocasionalmente las semillas de *C. papaya* se ocupan como medicina para infecciones estomacales y el látex para el tratamiento de afecciones tópicas.

**Tabla 4.** IVIR de las 10 especies con valores más altos. FA: Frecuencia absoluta; FR: Frecuencia relativa; DA: Densidad absoluta; DR: Densidad relativa; DMA: Dominancia absoluta; DMR: Dominancia relativa.

| Índice de Valor de Importancia Relativo (IVIR) |  |       |       |       |       |     |       |        |
|--|--|-------|-------|-------|-------|-----|-------|--------|
| Nombre común                                   | Nombre científico                              | FA    | FR    | DA    | DR    | DMA | DMR   | IVIR   |
| Ciruela  | <i>Spondias purpurea</i> L.                    | 0.617 | 5.135 | 0.002 | 6.953 | 0   | 13.54 | 25.628 |
| Plátano  | <i>Musa paradisiaca</i> L.                     | 0.333 | 2.775 | 0.003 | 9.219 | 0   | 3.092 | 15.086 |
| Guaje blanco                                   | <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit     | 0.567 | 4.718 | 0.002 | 7.031 | 0   | 2.128 | 13.878 |
| Papaya   | <i>Carica papaya</i> L.                        | 0.533 | 4.441 | 0.002 | 5.625 | 0   | 2.498 | 12.564 |
| Palo prieto                                    | <i>Ehretia tinifolia</i> L.                    | 0.5   | 4.163 | 0.001 | 3.594 | 0   | 4.228 | 11.985 |
| Ficus  | <i>Ficus benjamina</i> L.                      | 0.35  | 2.914 | 0.001 | 2.266 | 0   | 6.665 | 11.844 |
| Cacaloxuchil                                   | <i>Plumeria rubra</i> L.                       | 0.567 | 4.718 | 0.002 | 5.313 | 0   | 1.543 | 11.574 |
| Pitayo   | <i>Stenocereus stellatus</i> (Pfeiff.) Riccob. | 0.067 | 0.555 | 0     | 0.625 | 0   | 8.704 | 9.884  |
| Tamarindo                                      | <i>Tamarindus indica</i> L.                    | 0.317 | 2.637 | 0.001 | 1.563 | 0   | 5.457 | 9.656  |
| Laurel   | <i>Ficus microcarpa</i> L. f.                  | 0.2   | 1.665 | 0     | 1.094 | 0   | 5.398 | 8.157  |

**Tabla 5.** IVFR de las 10 especies con valores más altos. IVF: CA (Cobertura absoluta), CR (Cobertura relativa), AA (Altura absoluta), AR (Altura relativa), DA (Diámetro absoluto), DR (Diámetro relativo).

| Índice de Valor Forestal Relativo (IVFR) |  |       |        |       |       |       |        |       |
|--|--|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Nombre común                             | Nombre científico                          | DA    | DR     | AA    | AR    | CA    | CR     | IVFR  |
| Papaya                                   | <i>Carica papaya</i> L.                    | 0     | 4.516  | 0.008 | 5.044 | 0.265 | 38.496 | 48.05 |
| Ciruela                                  | <i>Spondias purpurea</i> L.                | 0.001 | 12.042 | 0.009 | 6.045 | 0.033 | 4.835  | 22.92 |
| Guaje blanco                             | <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit | 0     | 3.632  | 0.01  | 6.479 | 0.07  | 10.191 | 20.3  |
| Plátano                                  | <i>Musa paradisiaca</i> L.                 | 0.001 | 7.312  | 0.01  | 6.483 | 0.012 | 1.689  | 15.48 |
| Ficus                                    | <i>Ficus benjamina</i> L.                  | 0     | 4.607  | 0.005 | 3.489 | 0.033 | 4.806  | 12.9  |
| Tamarindo                                | <i>Tamarindus indica</i> L.                | 0     | 3.476  | 0.005 | 3     | 0.022 | 3.124  | 9.6   |
| Palo prieto                              | <i>Ehretia tinifolia</i> L.                | 0     | 4.196  | 0.006 | 3.919 | 0.01  | 1.435  | 9.55  |
| Pistache                                 | <i>Simarouba amara</i> Aubl.               | 0     | 2.812  | 0.006 | 4.085 | 0.016 | 2.367  | 9.263 |
| Laurel                                   | <i>Ficus microcarpa</i> L. f.              | 0     | 3.064  | 0.003 | 2.047 | 0.021 | 3.079  | 8.19  |
| Cacaloxuchil                             | <i>Plumeria rubra</i> L.                   | 0     | 3.455  | 0.005 | 3.39  | 0.009 | 1.302  | 8.147 |



## DISCUSIÓN

Los HF de Los Sauces tienen una riqueza de 329 especies, mayor a lo que se ha reportado en otros poblados inmersos en ambientes característicos de bosque tropical caducifolio. Por ejemplo, en HF tradicionales de comunidades rurales ubicados al centro del estado de Morelos se registró una riqueza de entre 45 (Monroy-Martínez *et al.*, 2016) y 96 especies (Colin-Bahena *et al.*, 2021), mientras que para HF urbanos en el poniente y sur de la entidad la riqueza fue de 99 especies (Monroy-Martínez *et al.*, 2017). Por otra parte, en localidades urbanas de estados como Chiapas la riqueza alcanza hasta 143 especies (Neulinger *et al.*, 2014), en tanto que en Guerrero sólo se registran 104 especies (Jiménez-Alpizar *et al.*, 2021). Lo anterior sugiere una ligera tendencia en cuanto a que aparentemente en zonas urbanas la riqueza de especies en HF tiende a ser mayor en comparación a la registrada en HF rurales. Pese a ello, nuestros datos sustentan que la riqueza presente en los HF de Los Sauces es predominantemente nativa, procedente del BTC circundante, similar a lo que ocurre en HF rurales del altiplano mexicano (Gutiérrez *et al.*, 2015) y de Quintana Roo (Pulido-Salas *et al.*, 2017). Este dato contrasta con los estudios realizados en HF urbanos, los cuales mantienen porcentajes mayores al 67% de especies introducidas (Kantún-Balam *et al.*, 2013).

En términos generales se sabe que la riqueza puede variar de una región a otra y depende principalmente del tamaño de la muestra y procedimientos metodológicos (Rajagopal *et al.*, 2021). Puntualmente, la riqueza de especies en zonas rurales colindantes con BTC se relaciona con la importancia del HF para el propietario (Kantún-Balam *et al.*, 2013), las condiciones ecológicas, climáticas y fertilidad del suelo, el intercambio de especies entre familiares, amigos y vecinos, fácil acceso al mercado y particularmente a los gustos del propietario (Coomes & Ban, 2004; Bautista-García *et al.*, 2016). En el ejido de Los Sauces es posible apreciar que algunas de estas causales contribuyen a mantener el conocimiento y las prácticas tradicionales, debido a que los pobladores hacen intercambio de germoplasma local y recolectan ciertas especies procedentes del BTC, además de tener acceso a un mercado local y a otros regionales, en los que adquieren especies exóticas para sus HF, aumentando la relación ecológica, cultural y económica (Nair, 1998).

Las familias botánicas más representativas que se registraron en el presente estudio son Fabaceae, Araceae y Asparagaceae, siendo Fabaceae la más sobresaliente ya que cuenta con el mayor número de especies. La dominancia de esta familia es semejante a otros estudios sobre HF del estado de Morelos (Monroy-Ortiz & Monroy, 2004; Monroy-Martínez *et al.*, 2017), a la vez que coincide con la dominancia ecológica de esta familia en el BTC a nivel nacional (Rzedowski & Calderón De Rzedowski, 2013); lo que podría explicarse por la gran variabilidad morfológica, fisiológica y ecológica que presentan las especies que la integran, situándola como una de las tres familias más diversas a nivel mundial (Azani *et al.*, 2017). No obstante, desde una perspectiva biocultural, también puede deberse a las características multipropósito de las especies que conforman a esta familia, ya que son usadas con fines alimenticios, medicinales, para sombra y como cercos vivos en los HF, además de ser especies silvestres del BTC.

En relación con los índices ecológicos estructurales, *S. purpurea*, *L. leucocephala* y *M. paradisiaca* obtuvieron valores altos en el IVIR. Particularmente, *S. purpurea* y el género *Leucaena* spp. se distribuyen en las zonas centro y sur del estado de Morelos, y desde tiempos prehispánicos han sido parte de los HF, con alta importancia cultural para los pobladores de esa época al igual que en el presente (González-Jácome, 2018), ya que son utilizadas como alimento además de ser comercializadas (Monroy-Martínez *et al.*, 2016; Sotelo-Barrera *et al.*, 2016; Monroy *et al.*, 2020), lo que podría incidir en los altos valores del IVIR que se registraron. En el caso de *M. paradisiaca*, su relevancia estructural en los HF de Los Sauces se explica por su aporte nutricional y disponibilidad durante todo el año. Esto debido a que es una hierba perenne con hábito arborescente de rápido crecimiento que se distribuye ampliamente en regiones tropicales y subtropicales del planeta, pero que ha sido domesticada e introducida a México desde la época colonial (Pulido *et al.*, 2008; Burgos-Hernández & Pozo,

2020) lo que ha convertido a este recurso en un componente representativo en otros HF de México (Castañeda-Guerrero *et al.*, 2020; (Pulido-Salas *et al.*, 2017) y Latinoamérica (García-Cruzatty *et al.*, 2008; Añazco, 2017).

En el caso del IVFR, la papaya (*C. papaya*), ciruela (*S. purpurea*) y guaje blanco (*L. leucocephala*) fueron las especies más sobresalientes. *Carica papaya* es una especie con hábito arborecente que se distribuye en el BTC (Pulido-Salas *et al.*, 2017), es nativa de Mesoamérica y fue domesticada en esta región (Acevedo *et al.*, 2009; Núñez Farfán *et al.*, 2017) debido a su uso alimenticio, por lo que actualmente es frecuente observarla en los HF de todo el país (Bonfil *et al.*, 2020). Por otra parte, *S. purpurea* ha sido manejada de manera ancestral en los HF de Mesoamérica (Ruenes-Morales *et al.*, 2010; Ruenes-Morales *et al.*, 2012), ya que la depresión del Balsas y la península de Yucatán son centros de diversidad genética y de domesticación de este recurso (Fortuny-Fernández *et al.*, 2017), por lo que se ha sugerido que su manejo constante ha favorecido la mejora de sus atributos alométricos (Vargas-Simón *et al.*, 2011), ya que regularmente crecen, se toleran o se trasplantan en los HF y tiene una amplia tradición de consumo en México (Ramírez Hernández *et al.*, 2008), lo que se refleja en la dominancia de esta especie tanto unidimensional como bidimensionalmente. Por otra parte, *L. leucocephala* es también una especie característica del BTC, de fácil propagación y rápido crecimiento, y debido a la relevancia alimenticia de sus frutos fue un recurso de gran importancia cultural en Mesoamérica (Zárate, 1997; Casas, 2001) y lo es ahora en los HF de México (Sotelo-Barrera, 2016; Peralta-Juarez *et al.*, 2017); lo que explica su dominancia estructural en los HF de Los Sauces, manteniendo la diversidad biocultural debido a las múltiples estrategias de uso y manejo.

La diversidad de los HF en Los Sauces en promedio es de  $H' = 3.08$ , lo que sugiere una alta diversidad tomando en cuenta que la localidad se encuentra inmersa dentro del BTC, ya que existen planteamientos que proponen que entre más cercanos a la vegetación natural se encuentren estos sistemas agroforestales, la diversidad disminuirá proporcionalmente (Pulido *et al.*, 2008). De hecho, es importante resaltar que poco más del 40% de la superficie de Los Sauces forma parte de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH), en la cual se encuentra la mayor concentración de biodiversidad de la entidad (Dorado *et al.*, 2005), lo que, sumado al conocimiento sobre los procesos de selección y manejo de estos recursos por parte de los pobladores locales, explicaría los altos valores de diversidad registrados en los HF de la población rural estudiada.

Monroy-Martínez *et al.* (2016) reportan un valor similar en la diversidad para los HF en una zona rural con vegetación de BTC ( $H' = 3.29$ ), lo cual es consistente con el resultado obtenido en la Península de Yucatán (Salazar-Barrientos *et al.*, 2015), en donde se registraron valores de diversidad en HF rurales ligeramente mayores ( $H' = 4.26$ ), ambos inmersos en BTC. De acuerdo con Rajagopal *et al.* (2021), la diferencia en la diversidad entre HF rurales y urbanos también puede ser entendida desde una perspectiva área-especie, ya que los HF rurales albergan más formas de crecimiento (árboles, arbustos y hierbas) pero menor densidad a diferencia de los HF urbanos, los cuales tienden a tener mayor cantidad de plantas herbáceas debido a una menor superficie, lo que impacta directamente en la diversidad esperada. Por ello, la diversidad es dinámica y está relacionada con la densidad y el tamaño del HF, aunque también intervienen los factores agroecológicos de cada región, la influencia del mercado y características culturales de la población (Wiersum, 2006; Kehlenbeck *et al.*, 2007; Pulido *et al.*, 2008). Futuros estudios para comprender los factores socioeconómicos y culturales asociados a la riqueza, estructura y diversidad de los HF en la región de estudio son necesarios, lo que permitirá profundizar en los mecanismos de incidencia del humano en su entorno biocultural inmediato, y abonar información sobre las tendencias de estas métricas en HF rurales del país.

## CONCLUSIONES

Los huertos familiares del ejido Los Sauces funcionan como reservorios de la agrobiodiversidad de la flora del sur del estado de Morelos. Su riqueza se conforma principalmente por especies silvestres arbóreas y arbustivas nativas del bosque tropical caducifolio, que tienen usos múltiples y que son manejadas por los propietarios en función de diversos criterios; lo que favorece la configuración espacial y estructural de estos sistemas agroforestales y permite la reproducción de la diversidad biocultural en su interior. Este interés social por enriquecer los huertos familiares en Los Sauces favorece la conservación *in situ* de la flora regional, ejemplo de ello son *S. purpurea*, *L. leucocephala* y *C. papaya*, todas ellas domesticadas en Mesoamérica debido a su amplia importancia cultural, por lo que estructuralmente dominan en estos espacios. Pese a la jerarquía estructural de algunas especies, existe una elevada diversidad florística en estos huertos familiares, producto tanto de intercambios locales y regionales entre habitantes como de los saberes que se aplican para su manejo. Además de las expresiones utilitarias de la diversidad biocultural presente en los huertos familiares de Los Sauces, existen otras manifestaciones culturales que permiten la reproducción de los saberes y prácticas locales, como son la convivencia familiar en estos espacios que emana recuerdos, aromas y sabores, que en no pocos casos son factores intrínsecos que direccionan la decisión sobre el posible futuro de un huerto familiar. Por lo que esfuerzos múltiples son necesarios para aminorar el impacto de procesos como la urbanización sobre el bienestar social de los pobladores de este ejido, y, en consecuencia, de la agrobiodiversidad que albergan. Lo anterior es particularmente relevante ante el escenario de crisis socioecológica que actualmente aqueja a la porción sur de la entidad, y debido a que los sistemas de manejo de recursos naturales dependen en gran medida de la cultura local para su reproducción, el legado biocultural que ha surgido y evolucionado en estos espacios socialmente contruidos sólo logrará persistir si se comprenden sus medios de cambio y éstos se integran a las decisiones individuales, familiares y colectivas sobre su manejo.

## AGRADECIMIENTOS

A la Maestría en Manejo de Recursos Naturales del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Al CONACYT por la beca otorgada (No. 453868) para el desarrollo de los estudios de posgrado y de la tesis de investigación del primer autor. A la Red Temática Productos Forestales No Maderables: “Aportes desde la Etnobiología para el Aprovechamiento Sostenible” por el financiamiento (Proyectos No. 271837, 280901, 293914 y 299274) para el trabajo de campo. Finalmente, a los habitantes y autoridades del ejido Los Sauces por recibirnos y por su disposición a colaborar, así como por las facilidades otorgadas para la realización de este proyecto; particularmente a Margarito Tajonar, Agustina Coyote y Juan Vidaña por su apoyo en campo.

## LITERATURA CITADA

- Abad-Fitz, I., Maldonado-Almanza, B., Aguilar-Dorantes, K. M., Sánchez-Méndez, L., Gómez-Caudillo, L., Casas, A., Blancas, J., García-Rodríguez, Y. M., Beltrán-Rodríguez, L., Sierra-Huelsz, J. A., Cristians, S., Moreno-Calles, A. I., Torres-García, I., & Espinosa-García, F. J. (2020). Consequences of traditional management in the production and quality of Copal resin (*Bursera bipinnata* (Moc. & Sesse ex DC.) Engl.) in Mexico. *Forests*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/f11090991>
- Acevedo, F., Huerta Ocampo, E., Lorenzo Alonso, S., & Ortiz García, S. (2009). La bioseguridad en México y los organismos genéticamente modificados: cómo enfrentar un nuevo desafío. In *Capital natural de México: Vol. II* (pp. 319–353).
- Añazco, M. (2017). Agroforestería ancestral para el “buen vivir”: caracterización preliminar de los sistemas agroforestales ancestrales en la Amazonía Ecuatoriana. In B. Torres, J. C.

- Vargas, Y. Arteaga, A. Torres, & P. Lozano (Eds.), *Gente, Bosque y Biodiversidad: El rol del bosque sobre la biodiversidad y las poblaciones rurales*. (p. 253). 2017.
- Arjona-García, C., Blancas, J., Beltrán-Rodríguez, L., López Binnquist, C., Colín Bahena, H., Moreno-Calles, A. I., Sierra-Huelsz, J. A., & López-Medellín, X. (2021). How does urbanization affect perceptions and traditional knowledge of medicinal plants? *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s13002-021-00473-w>
- Azani, N., Babineau, M., Bailey, C. D., Banks, H., Barbosa, A. R., Pinto, R. B., Boatwright, J. S., Borges, L. M., Brown, G. K., Bruneau, A., Candido, E., Cardoso, D., Chung, K. F., Clark, R. P., Conceição, A. D. S., Crisp, M., Cubas, P., Delgado-Salinas, A., Dexter, K. G., Zimmerman, E. (2017). A new subfamily classification of the leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. *Taxon*, 66(1), 44–77. <https://doi.org/10.12705/661.3>
- Bautista-García, G., Sol-Sánchez, Á., Velázquez-Martínez, A., & Llanderal-Ocampo, T. (2016). Composición florística e importancia socioeconómica de los huertos familiares del Ejido La Encrucijada, Cárdenas, Tabasco. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(14), 2725–2740.
- Becerril Tello, M. N., Saldaña Fernández, M. C., Vargas Guadarrama L. A., Moctezuma Pérez, S., Monroy Ortiz, C., & García Flores, A. (2020). Los huertos familiares de San Juan Tlacotenco, Tepoztlán Morelos, como marcadores de identidad cultural. *Revista de Geografía Agrícola*, 143–160.
- Beltrán-Rodríguez, L., Valdez-Hernández, J. I., Luna-Cavazos, M., Romero-Manzanares, A., Pineda-Herrera, E., Maldonado-Almanza, B., Borja-De La Rosa, M. A., & Blancas-Vázquez, J. (2018). Structure and tree diversity of secondary dry tropical forests in the Sierra de Huautla Biosphere Reserve, Morelos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89(1), 108–122. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.1.2004>
- Berkes, F. (1993). Traditional Ecological Knowledge in perspective. In Julian. T. Inglis (Ed.), *Traditional ecological Knowledge: Concepts and cases* (p. 142).
- Bernard, H. R. (2006). *Research Methods in Anthropology. Qualitative and Quantitative Approaches*. Altamira Press.
- Bhagwat, S. A., Willis, K. J., Birks, H. J. B., & Whittaker, R. J. (2008). Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity? *Trends in Ecology and Evolution*, 23(5), 261–267. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.01.005>
- Blancas, J., Casas, A., Rangel-Landa, S., Moreno-Calles, A., Torres, I., Pérez-Negrón, E., Solís, L., Delgado-Lemus, A., Parra, F., Arellanes, Y., Caballero, J., Cortés, L., Lira, R., & Dávila, P. (2010). Plant Management in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Economic Botany*, 64(4), 287–302.
- Bonfil, C., Núñez Cruz, A., & Barrales Alcalá, B. (2020). *Diagnóstico de sistemas productivos y prácticas actuales de conservación de la diversidad vegetal en el estado de Morelos*. (1st ed.). Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México.
- Bridgewater, P., & Rotherham, I. D. (2019). A critical perspective on the concept of biocultural diversity and its emerging role in nature and heritage conservation. *People and Nature*, 1(3), 291–304. <https://doi.org/10.1002/pan3.10040>
- Burgos-Hernández, M., & Pozo, C. (2020). ¿Y si los plátanos no son de oriente? *Ecofronteras*, 24(70), 26–29.
- Caballero, J., & Cortés L. (2001). Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México. In *PLANTAS, CULTURA Y SOCIEDAD Estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI* (Primera Edición, pp. 79–100).
- Calvet-Mir, L., Garnatje, T., Parada, M., Vallés, J., & Reyes-García, V. (2014). Más allá de la producción de alimentos: los huertos familiares como reservorios de diversidad biocultural. *Ambienta*, 107, 40–53. <http://www.chil.org/innova/group/red-ita>
- Cano-Contreras, E. J. (2016). Huertos Familiares: un camino hacia la soberanía alimentaria. *Revista Pueblos y Fronteras Digital*, 10(20), 70–91.
- Casas, A. (2001). Silvicultura y domesticación de plantas en Mesoamérica. In B. Rendón Aguilar, S. Rebollar Domínguez, J. Caballero Nieto, & M. A. Martínez Alfaro (Eds.),

- PLANTAS, CULTURA Y SOCIEDAD estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI* (1st ed., Vol. 1, p. 315). Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.
- Castañeda-Guerrero, I., Aliphat-Fernández, M. M., Caso-Barrera, L., Lira-Saade, R., & Martínez-Carrera, D. C. (2020). Conocimiento tradicional y composición de los huertos familiares totonacas de Caxhuacan, Puebla, México. *Polibotánica*, 49, 185–217. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.49.13>
- Chablé-Pascual, R., Palma-López, D. J., Vázquez-Navarrete, C. J., Ruiz-Rosado, O., Mariaca-Méndez, R., & Ascensio-Rivera, J. M. (2015). Estructura, diversidad y uso de las especies en huertos familiares de la Chontalpa, Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2(4), 23–39. [www.ujat.mx/era23](http://www.ujat.mx/era23)
- COESPO. (2019). *Consejo Estatal de Población. Síntesis Estadística Municipal, Tepalcingo Morelos*.
- Colin-Bahena, H., Castro-Rodríguez, K. E., Monroy-Martínez, R., Monroy-Ortiz, R., García-Flores, A., & Monroy-Ortiz, C. (2021). Rasgos de sostenibilidad en los sistemas productivos familiares establecidos por inmigrantes indígenas en Morelos, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 24(16), 1–17.
- Coomes, O. T., & Ban, N. (2004). Cultivated plant species diversity in homegardens of an amazonian peasant village in northeastern Peru. *Economic Botany*, 58(3), 420–434.
- Corella, F., Valdez-Hernández, J. I., Cetina Alcalá, V. M., Gonzáles Cossio, F. v, Santos, T. A., & Aguirre Rivera, J. R. (2001). Estructura forestal de un bosque de mangles en el noreste del estado de Tabasco, México. *Ciencia Forestal En México*, 26(90), 73–102.
- Curtis, J. T., & McIntosh, R. P. (1951). An Upland Forest Continuum in the Prairie-Forest Border Region of Wisconsin. *Ecology*, 32(3), 476–496.
- Dorado, O., Arias, D. M., Alonso, G., & Maldonado, B. (2005). *Educación para la biodiversidad a través de la Universidad pública en áreas naturales protegidas: el caso de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Dorado Ramirez, O. R. (2001). *Sierra de Huautla-Cerro Frío, Morelos: Proyecto de reserva de la biosfera. Informe final del Proyecto Q025*. [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
- Flores-Tolentino, M., Beltrán-Rodríguez, L., Morales-Linares, J., Ramírez Rodríguez R., Ibarra-Manríquez, G., Dorado, Ó., & Villaseñor, J. L. (2021). Biogeographic regionalization by spatial and environmental components: Numerical proposal. *PLoS ONE*, 16(6), 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253152>
- Fortuny-Fernández, N. M., Ferrer, M. M., & Ruenes-Morales, M. R. (2017). Centros de origen, domesticación y diversidad genética de la ciruela mexicana, *Spondias purpurea* (Anacardiaceae). *Acta Botánica Mexicana*, 2017(121), 7–38. <https://doi.org/10.21829/abm121.2017.1289>
- Galluzzi, G., Eyzaguirre, P., & Negri, V. (2010). Home gardens: Neglected hotspots of agrobiodiversity and cultural diversity. *Biodiversity and Conservation*, 19, 3635–3654. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9919-5>
- García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. (5th ed.). Instituto de Geografía, UNAM.
- García-Cruzatty, L., Suatunce Cunuhay, P., & Torres Navarrete, E. (2008). Plantas útiles en los sistemas agroforestales tradicionales del litoral ecuatoriano. *Ciencia y Tecnología*, 1(2), 65–71.
- García-Flores, A., Valle Marquina, R., & Monroy Martínez, R. (2021). El patrimonio biocultural de la selva baja caducifolia, Sierra de Huautla, Morelos. *Inventio*, 17(41). <https://doi.org/10.30973/inventio/2021.17.41/3>
- González-Jácome, E. (2018). Historia y origen de un agroecosistema. Los Huertos en México. In María. de J. Ordóñez Díaz (Ed.), *Atlas biocultural de huertos familiares en México: Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Veracruz y península de Yucatán*. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM.



- Gutiérrez, J. G., White Olascoaga, L., Juan Pérez, J. I., & Chávez Mejía, M. C. (2015). Agroecosistemas de huertos familiares en el subtrópico del altiplano mexicano. Una visión sistémica. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 18, 237–250.
- Hakim, L., Pamungkas, N. R., Wicaksono, K. P., & Soemarno. (2018). The conservation of osingnese traditional home garden agroforestry in banyuwangi, east java, Indonesia. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, 40(3), 506–514. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v40i3.1605>
- Henderson, P. A., & Seaby, R. M. (2007). *Species, diversity and richness* (4.1.2). Pisces Conservation Ltda.
- INEGI. (2020). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censo de población y vivienda. Los Sauces, Tepalcingo Morelos*.
- Jiménez, W. (2007). Huertos mixtos en la economía familiar en fincas del noratlántico de Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales (TropJ EnvironSci)*, 33–39.
- Jiménez-Alpizar, V. P., Melesio-Velázquez, M., & Martínez-Rodríguez, I. (2021). Plantas útiles en Huertos Familiares Tradicionales de Xalpatláhuac, Región Montaña de Guerrero. *Ciencias Sociales y Humanidades*, 8(1), 43–55.
- Kantún-Balam, J., Salvador-Flores, J., Tun-Garrido, J., Navarro-Alberto, J., Arias-Reyes, L., & Martínez-Castillo, J. (2013). Diversidad y origen geográfico del recurso vegetal en los huertos familiares de Quintana Roo, México. *Polibotánica*, 36, 163–196.
- Kehlenbeck, K., Susilo Arifin, H., & Maass, B. L. (2007). Plant diversity in homegardens in a socio-economic and agro-ecological context. In T. Tschardtke, C. Leuschner, M. Zeller, E. Guhardja, & A. Bidin (Eds.), *Stability of Tropical Rainforest Margins. Environmental Science and Engineering*. (pp. 297–319). Springer.
- Kumar, B. M., & Nair, P. K. R. (2006). *Tropical homegardens*. Springer.
- Lucio, C. (2022). Los sistemas agroforestales de los alrededores del Nevado de Colima. La importancia biocultural de un patrimonio amenazado. *Revista Páginas*, 14(34). <https://doi.org/10.35305/rp.v14i34.584>
- Mariaca, R. (2012). La complejidad del huerto familiar maya del sureste de México. In R. Mariaca (Ed.), *El Huerto Familiar del Sureste de México* (1st ed.). Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental del Estado de Tabasco. El Colegio de la Frontera Sur.
- Mena, F. (2018). *Estrategias ecológicas y culturales para garantizar la disponibilidad de Productos Forestales No Maderables en la Selva Baja del sur de Morelos* [Maestría]. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Monroy, R., García-Flores, A., Monroy-Ortiz, C., Colín, H., & Monroy-Ortiz, R. (2020). *Ciruella Spondias purpurea L. en los huertos frutícolas de Morelos* (1st ed.). Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Monroy-Martínez, R., García-Flores, A., & Monroy-Ortiz, C. (2017). Plantas útiles de los huertos frutícolas tradicionales de Coatetelco, Morelos, México, frente al potencial emplazamiento minero. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 3(3), 87–97.
- Monroy-Martínez, R., Ponce-Díaz, A., Colín-Bahena, H., Monroy-Ortiz, C., & García-Flores, A. (2016). Los huertos familiares tradicionales soporte de seguridad alimentaria en comunidades campesinas del estado de Morelos, México. *Ambiente y Sostenibilidad*, 33–43.
- Monroy-Ortiz, C., & Monroy, R. (2004). Análisis preliminar de la dominancia cultural de las plantas útiles en el estado de Morelos. *Botanical Sciences*, 74, 77–95. <https://doi.org/10.17129/botsci.1687>
- Montagnini, F., & Metzel, R. (2015). Biodiversidad, manejo de nutrientes y seguridad alimentaria en huertos caseros mesoamericanos. In F. Montagnini, E. Somarriba, E. Murgueitio, H. Fassola, & B. Eibl (Eds.), *Sistemas agroforestales funciones productivas, socioeconómicas y ambientales* (1st ed., p. 454). CIPAV.
- Moreno-Calles, A. I., Soto-Pinto, L., Cariño Olvera, M. M., Palma García, J. M., Moctezuma Pérez, S., Rosales Adame, J. J., Irene, P., Montañez Escalante, P. I., Sosa Fernández, V. de J., Ruenes Morales, M. del R., & López Martínez, W. (2020). *Los Sistemas*

- Agroforestales de México: Avances, experiencias, acciones y temas emergentes*. Red Temática de Sistemas Agroforestales de México (Red SAM).
- Nair, P. K. R. (1998). Directions in tropical agroforestry research: past, present, and future. *Agroforestry Systems*, 38, 223–245.
- Nair, P. K. R., Kumar, B. M., & Nair, V. D. (2021). Agroforestry for Biodiversity Conservation. In P. K. R. Nair, B. M. Kumar, & V. D. Nair (Eds.), *An Introduction to Agroforestry Four Decades of Scientific Developments* (2nd ed.). Springer.
- Neulinger, K., Alayón-Gamboa, J. A., & Reinhard Vogl, C. (2014). Uso de la diversidad vegetal para su conservación en los huertos familiares de grupos étnicos en Calakmul, Campeche. In Alayón-Gamboa José Armando & Morón Ríos Alejandro (Eds.), *El huerto familiar: Un sistema socioecológico y biocultural para sustentar los modos de vida campesinos en Calakmul, México* (Primera Edición, pp. 56–74). El Colegio de la Frontera Sur.
- Núñez Farfán, J., Chávez Pesqueira, M., Wegier Briuolo, A., Casas Fernández, A., Álvarez Gómez, A., Suárez Monte, M. del P., & Rosas Plaza, S. (2017). *Informe final del Proyecto WQ003 Análisis para la determinación de los centros de origen y diversidad genética de Carica papaya (Caricaceae)*. www.conabio.gob.mx
- Ortiz-Sánchez, A., Monroy-Ortiz, C., Romero-Manzanares, A., Luna-Cavazos, M., & Castillo-España, P. (2015). Multipurpose functions of home gardens for family subsistence. *Botanical Sciences*, 93(4), 791–806. <https://doi.org/10.17129/botsci.224>
- Pagaza, E. M. (2008). *Efecto de la urbanización y el cambio cultural en la estructura florística de los huertos familiares y su papel en la conservación de especies silvestres, un estudio de caso en Tlacuilotepec, Puebla* [Maestría]. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Peralta-Juarez, I., Gómez-Campos, A., Romero-Castillo, P. A., & Reyes-Dorantes, A. (2017). Uso antropocéntrico del guaje *Leucaena esculenta* (Moc. & Sessé ex. D. C.) Benth, en dos comunidades de la mixteca baja oaxaqueña, México. *Polibotánica*, 43, 1–16.
- Pulido, M. T., Pagaza-Calderón, E. M., Martínez-Ballesté, A., Maldonado-Almanza, B., Saynes, A., & Pacheco, Reyna. M. (2008). Home gardens as an alternative for sustainability: Challenges and perspectives in Latin America. In U. P. Albuquerque & M. Alves Ramos (Eds.), *Current Topics in Ethnobotany*. Research Signpost.
- Pulido-Salas, M. T., Díaz, M. D. J. O., & de Dios, H. C. (2017). Flora, usos y algunas causales de cambio en quince huertos familiares en el municipio de José María Morelos, Quintana Roo, México. *Península*, 119–145.
- Rajagopal, I., Cuevas Sánchez, J. A., Baca Del Moral, J., Montejó, D. A., Gómez Hernández, T., Luis, J., & Lozano, R. (2021). The scope and constraints of homegardens for sustainable development: A review. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 24(2).
- Ramírez Hernández, B. C., Barrios Eulogio, P., Castellanos Ramos, J. Z., Urias, A. M., Hasbach, G. P., & Barrios, E. P. (2008). Sistemas de producción de *Spondias purpurea* (Anacardiaceae) en el centro-occidente de México. *Revista de Biología Tropical*, 56(2), 675–687.
- Rebollar-Domínguez, S., Santos-Jiménez, V. J., Tapia-Torres, N. A., & Pérez-Olvera, C.P. (2008). Huertos familiares, una experiencia en Chanchah Veracruz, Quintana Roo. *Polibotánica*, 25, 135–154.
- Reyes-García, V., Broesch, J., Calvet-Mir, L., Fuentes-Peláez, N., McDade, T., Parsa, S., Tanner, S., Huanaca, T., Leonard W, & Martínez-Rodríguez, M. (2009). Cultural transmission of ethnobotanical knowledge and skills: an empirical analysis from an Amerindian society. *Evolution and Human Behavior*, 30, 274–285.
- Ruenes-Morales, M. D. R., Montañez-Escalante, P., Casas, A., Jiménez-Orsorio, J. J., & Caballero, J. (2012). Cultivo de *Spondias purpurea* “abales” en los huertos familiares de Yucatán. In J. S. Flores (Ed.), *Los huertos familiares de Mesoamérica*. Universidad Autónoma de Yucatán. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.
- Ruenes-Morales, M. R., Casas, A., Jiménez-Orsorio, J. J., & Caballero, J. (2010). Etnobotánica de *Spondias purpurea* L. (Anacardiaceae) en la península de Yucatán. *Interciencia*, 35(4), 247–254.

**Recibido:**  
5/mayo/2022

**Aceptado:**  
15/enero/2023

- Rzedowski, J., & Calderón De Rzedowski, G. (2013). Datos para la apreciación de la flora fanerogámica del bosque tropical caducifolio. *Acta Botánica Mexicana*, 102, 1–23.
- Salazar-Barrientos, L., Magaña-Magaña, M. A., & Latournerie-Moreno, L. (2015). Importancia económica y social de la agrobiodiversidad del traspato en una comunidad rural de Yucatán, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 12, 1–14.
- Sotelo-Barrera, M., García-Moya, E., Romero-Manzanares, A., Monroy, R., & Luna-Cavazos, M. (2016). Arboreal structure and cultural importance of traditional fruit homegardens of Coatetelco, Morelos, Mexico. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 25(3), 137–153. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2016.01.002>
- Toledo, V. M., & Barrera-Bassols, N. (2008). *La memoria biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. (1st ed.). Icaria Editorial.
- Toledo V. M., Barrera-Bassols N., & Boege, E. (2019). *¿Qué es la Diversidad Biocultura?* (Primera Edición). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Trabanino, F. (2018). Arqueobotánica y huertos familiares en Mesoamérica. In: Ordoñez Díaz, M. J. (Ed.), *Atlas biocultural de huertos familiares en México: Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Veracruz y península de Yucatán*. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM.
- Trejo, I., & Dirzo, R. (2002). Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity and Conservation*, 11(11), 2063–2048.
- Trejo, I., & Hernández, J. (1996). Identificación de la selva baja caducifolia en el estado de Morelos, México, mediante imágenes de satélite. *Investigaciones Geográficas*, 5, 11–18.
- Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 21 Mar 2021 <https://tropicos.org>.*
- Vargas-Simón, G., Hernández-Cupil, R., & Moguel-Ordoñez, E. (2011). Caracterización morfológica de ciruela (*Spondias purpurea* L.) en tres municipios del estado de Tabasco, México. *Bioagro*, 23(2), 141–149.
- Wiersum, K. F. (2006). Diversity and change in homegardens cultivation in Indonesia. In B. M. Kumar & P. K. R. Nair (Eds.), *Tropical homegardens: A time-tested example of sustainable agroforestry*. Springer.
- Yashmita-Ulman, Singh, M., Kumar, A., & Sharma, M. (2021). Conservation of wildlife diversity in agroforestry systems in eastern Himalayan biodiversity hotspot. *Proceedings of the Zoological Society*, 74(2), 171–188. <https://doi.org/10.1007/s12595-021-00361-x>
- Yescas-Albarrán, C., Cruz León, A., Uribe Gómez, M., Lara Bueno, A., & Maldonado Torres, R. (2016). Árboles nativos con potencial dendroenergético para el diseño de tecnologías agroforestales en Tepalcingo, Morelos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(16), 3301–3313.
- Zárate, S. (1997). Domestication of cultivated *Leucaena* (Leguminosae) in Mexico: the sixteenth century documents. *Economic Botany*, 51(3), 238–250.