

**INFLUENCIA DEL CONOCIMIENTO
ECOLÓGICO TRADICIONAL Y LA ALTITUD EN
LA ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD ARBÓREA
DE LOS CERCOS VIVOS DEL CORREDOR
BIOLÓGICO CHICHINAUTZIN, MÉXICO**

**INFLUENCE OF TRADITIONAL ECOLOGICAL
KNOWLEDGE AND ALTITUDINAL
GRADIENT ON RICHNESS, STRUCTURE AND
TREE DIVERSITY OF LIVE FENCES IN THE
CHICHINAUTZIN BIOLOGICAL CORRIDOR,
MEXICO**

Basurto-García, Emir; Hortensia Colin-Bahena; Rafael Monroy-Ortiz; Alejandro García-Flores y Leonardo Beltrán-Rodríguez

INFLUENCIA DEL CONOCIMIENTO ECOLÓGICO TRADICIONAL Y LA ALTITUD EN LA ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD ARBÓREA DE LOS CERCOS VIVOS DEL CORREDOR BIOLÓGICO CHICHINAUTZIN, MÉXICO

INFLUENCE OF TRADITIONAL ECOLOGICAL KNOWLEDGE AND ALTITUDINAL GRADIENT ON RICHNESS, STRUCTURE AND TREE DIVERSITY OF LIVE FENCES IN THE CHICHINAUTZIN BIOLOGICAL CORRIDOR, MEXICO



Influencia del conocimiento ecológico tradicional y la altitud en la estructura y diversidad arbórea de los cercos vivos del Corredor Biológico Chichinautzin, México

Influence of traditional ecological knowledge and altitudinal gradient on richness, structure and tree diversity of live fences in the Chichinautzin Biological Corridor, Mexico

Basurto-García, Emir;
Hortensia Colín-Bahena;
Rafael Monroy-Ortiz;
Alejandro García-Flores y
Leonardo Beltrán-Rodríguez

INFLUENCIA DEL
CONOCIMIENTO
ECOLÓGICO
TRADICIONAL Y LA
ALTITUD EN LA
ESTRUCTURA Y
DIVERSIDAD ARBÓREA DE
LOS CERCOS VIVOS DEL
CORREDOR BIOLÓGICO
CHICHINAUTZIN, MÉXICO

INFLUENCE OF
TRADITIONAL
ECOLOGICAL
KNOWLEDGE AND
ALTITUDINAL GRADIENT
ON RICHNESS,
STRUCTURE AND TREE
DIVERSITY OF LIVE
FENCES IN THE
CHICHINAUTZIN
BIOLOGICAL CORRIDOR,
MEXICO

POLIBOTÁNICA

Instituto Politécnico Nacional

Núm. 56: 115-150. Julio 2023

DOI:
10.18387/polibotanica.56.7

Emir Basurto-García
Hortensia Colín-Bahena

*Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
Av. Universidad 1001, Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México, CP. 62209*

Rafael Monroy-Ortiz

*Facultad de Arquitectura. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
Av. Universidad 1001, Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México, CP. 62209*

Alejandro García-Flores

*Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
Av. Universidad 1001, Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México, CP. 62209*

Leonardo Beltrán-Rodríguez / leonardo.beltran@ib.unam.mx

*Jardín Botánico, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
Tercer Circuito exterior S/N, Ciudad Universidad, Coyoacán,
Ciudad de México, México, CP. 04510*

RESUMEN: El Corredor Biológico (COBIO) Chichinautzin es un Área Natural Protegida ubicada al norte del estado de Morelos, importante por su riqueza de especies, suelo agrícola y recarga de acuíferos, donde sus habitantes originarios y recientemente urbanos manejan la biodiversidad. Sin embargo, el COBIO no escapa al proceso de fragmentación del paisaje. Una estrategia de resistencia cultural ante la problemática mencionada son los cercos vivos (CV), que se encuentran en todo el mosaico antrópico dentro de matrices agrícolas, cuya estructura dentro del paisaje provee servicios ecosistémicos. Se documentó el efecto del conocimiento ecológico tradicional (CET) y de la altitud sobre la riqueza, estructura y diversidad de especies en tres tipos de vegetación: bosque tropical caducifolio (BTC), bosque de pino-encino (BPE) y la ecotonía entre éstos. Para documentar el CET se aplicaron entrevistas semiestructuradas a los manejadores, que son campesinos originarios y recientemente urbanos, con el propósito de registrar las prácticas culturales para el establecimiento y manejo de los CV, el uso local y el destino de la producción de cada especie. La obtención de los parámetros ecológicos se generó mediante muestreos en cinco municipios del COBIO, en los que se eligieron 10 sitios en un gradiente altitudinal que va de los 1212 a 2561 m, allí se establecieron 23 transectos de 100 x 2 m cada uno. Se determinó el índice de diversidad de Jaccard, el índice de valor de importancia (IVI) y el índice de valor forestal (IVF). El dendrograma de calor permitió identificar las comunidades con más similitud. El Análisis de Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS) se empleó para determinar qué variables influyen en la riqueza, estructura y diversidad arbórea. Las especies arbóreas registradas fueron 35, pertenecientes a 30 géneros y 21 familias, de las cuales el 71% son nativas de México y de éstas el 8% son endémicas del país. Estos taxa proveen seis valores de uso. Las prácticas de manejo cultural fueron cuatro. Los CV ubicados en la zona de transición y en el BTC mostraron la mayor riqueza de especies, mientras que en el BPE está métrica fue menor. Tanto en el IVI como en el IVF las especies jerárquicamente dominantes fueron *Erythrina americana* Mill., *Ipomoea murucoides* Roem. & Schult. y *Spondias purpurea* L. El dendrograma visualiza la existencia de dos grandes grupos y expresan una baja tasa de recambio de especies a lo

largo del gradiente altitudinal. El NMDS muestra que tres prácticas culturales asociadas con el CET son estadísticamente significativas y que influyen directamente en la riqueza, estructura y diversidad arbórea. La presencia de los CV es importante para la conservación biocultural porque albergan en su mayoría especies nativas tanto silvestres como cultivadas, además de que suministran alimento y combustible para cubrir necesidades básicas. Contrario a lo esperado, los parámetros ecológicos estructurales no están influenciados por el gradiente altitudinal y por los tipos de vegetación, sino por el tipo de especies cultivadas o favorecidas por los campesinos.

Palabras clave: Cerco vivo; Conservación; Diversidad; Paisajes agrícolas; Contraste altitudinal

ABSTRACT: The Chichinautzin Biological Corridor (COBIO) is a Protected Natural Area located in the north of the state of Morelos, important for its richness of species, agricultural land and aquifer recharge, where its original and recently urban inhabitants manage biodiversity. However, COBIO does not escape the process of landscape fragmentation. A strategy of cultural resistance to the mentioned problem are the live fences (CV), which are found throughout the anthropic mosaic within agricultural matrices, whose structure within the landscape provides ecosystem services. The effect of traditional ecological knowledge (CET) and altitude on the richness, structure and diversity of species in three types of vegetation was documented: tropical deciduous forest (BTC), pine-oak forest (BPE) and the ecotony between them. To document the CET, semi-structured interviews were applied to the managers who are original and recently urban peasants with the purpose of recording the cultural practices for the establishment and management of the CV, the local use and the destination of the production of each species. Obtaining the ecological parameters was generated by sampling in five COBIO municipalities, in which 10 sites were chosen in an altitudinal gradient that goes from 1212 to 2561 m, where 23 transects of 100 x 2 m each were established. The Jaccard diversity index, the importance value index (IVI) and the forest value index (IVF) were determined. The heat dendrogram allowed to identify the communities with the most similarity. The Non-Metric Multidimensional Scaling Analysis (NMDS) was used to determine which variables influence tree richness, structure, and diversity. The registered tree species were 35, belonging to 30 genera and 21 families, of which 71% are native to Mexico and of these, 8% are endemic to the country. These taxa provide six use values. There were four cultural management practices. The CV located in the transition zone and in the BTC showed the highest species richness, while in the BPE this metric was lower. In both IVI and IVF, the hierarchically dominant species were *Erythrina americana* Mill., *Ipomoea murucoides* Roem. & Schult. and *Spondias purpurea* L. The dendrogram visualizes the existence of two large groups that show a low rate of species turnover along the altitudinal gradient. The NMDS shows that three cultural practices associated with CET are statistically significant and that they directly influence tree richness, structure, and diversity. The presence of CVs is important for biocultural conservation because its shelter mostly native species, both wild and cultivated, in addition to providing food and fuel to cover basic needs. Contrary to expectations, the structural ecological parameters are not influenced by the altitudinal gradient and by the vegetation types, but by the kind of species cultivated or favored by peasants.

Key words: Live fence; Conservation; Diversity; agricultural landscapes; altitudinal contrast.

INTRODUCCIÓN

La fragmentación y pérdida de los ecosistemas terrestres con el establecimiento de sistemas agropecuarios para dar abasto a la creciente demanda de alimentos y otros productos son algunos de los principales factores responsables de la pérdida de recursos naturales en el mundo (Pereira *et al.*, 2010; Villanueva-López *et al.*, 2014). Lo anterior se refleja, entre otros efectos, en la alteración del paisaje forestal, aun cuando en algunos territorios han logrado persistir formas equilibradas de manejo de los recursos, como son los sistemas agroforestales (Barrera-Bassols & Toledo, 2018).

La conectividad de la matriz agrícola en algunos casos logra mantenerse en paisajes fragmentados debido a la presencia de elementos arbóreos denominados cercos vivos (CV) (Von Thaden *et al.*,

2022). Éstos son elementos comunes en paisajes agrícolas establecidos debido a la estrecha y sistemática interacción de las comunidades rurales con los recursos naturales, que los ha llevado a la construcción de perfiles de conocimiento ricos con respecto al uso y manejo de la diversidad de plantas de los bosques (Lira *et al.*, 2009).

Los CV son transectos lineales divisorios arbolados de una o diferentes plantas leñosas combinadas con postes de madera, los cuales separan o dividen áreas de pastizales, cultivos y algunos parches de bosque, así como potreros o campos agrícolas para evitar el paso de ganado (Harvey *et al.*, 2005; Morantes-Tolosa & Renjifo, 2018). Para ello se utilizan árboles persistentes de rápido rebrote y regeneración del follaje, aun cuando también se llegan a ocupar arbustos y ocasionalmente especies herbáceas (Flores *et al.*, 2010).

Los CV generalmente se establecen en áreas con diferentes altitudes y condiciones ecológicas, así como en lugares con diversos usos del suelo y de producción agrícola (Budowski, 1987; Morantes-Tolosa & Renjifo, 2018). Pueden surgir de manera espontánea, ya sea por germinación y crecimiento de plántulas o por remanentes después de la tala de un bosque, o bien, por plantación bajo selección local (Fuentealba & Martínez-Ramos, 2014; León & Harvey, 2006; Pulido-Santacruz & Renjifo, 2011). Además, tienen el potencial de albergar diversidad biológica nativa, por lo que son reconocidos como espacios que coadyuvan para la conservación, el manejo y la restauración de los recursos naturales (Zamora *et al.*, 2022).

Algunos estudios evidencian que los CV en los agropaisajes son importantes por los servicios ambientales que proveen al retener suelo y humedad, evitando su degradación y erosión y favoreciendo la estabilidad de la temperatura (Morantes-Tolosa & Renjifo, 2018; Otero *et al.*, 2006). También desempeñan un papel crucial en la conservación de la biodiversidad al mantener especies arbóreas nativas que favorecen la estructuración y la conectividad del paisaje, fungiendo así como corredores entre parches de bosques aislados y reduciendo las distancias para cruzar a través de la matriz agrícola y/o ganadera (Cadavid-Florez *et al.*, 2020; Pulido-Santacruz & Renjifo, 2011; Von Thaden *et al.*, 2022).

Los problemas agroindustriales y los efectos negativos en el ambiente generados por la producción intensiva de alimentos han impulsado a estudiar el proceso agrícola desde un enfoque ecológico y cultural, que considere aspectos sociales, económicos y políticos (Ruiz-Mallen *et al.*, 2012). Por lo anterior es relevante el estudio de sistemas agrícolas tradicionales, considerados como un acervo en el uso y cuidado racional de los recursos naturales, que se fundamentan en el conocimiento ecológico tradicional (Toledo, 2005).

El Conocimiento Ecológico Tradicional (CET) se define como un cuerpo acumulativo de conocimientos, prácticas y creencias acerca del entorno que evoluciona a través de procesos adaptativos (Huntington, 2000; Berkes *et al.*, 2000). Asimismo, consiste en un sistema cognoscitivo dinámico de las personas, resultado de experiencias prácticas (Reyes-García *et al.*, 2009). Dentro de estas prácticas de manejo están implícitos factores socioculturales, ya que las personas realizan labores habituales, materializadas en actividades que repercuten en la obtención del sustento alimenticio y otros beneficios (García *et al.*, 2018).

Los factores socioculturales relacionados con el CET se conceptualizan como la comprensión subjetiva de la acción social sobre la naturaleza (Bertoni y López, 2010; Manfredo *et al.*, 2016) donde se encuentran inmersos los conocimientos que guían a las personas hacia actitudes socialmente aceptadas con su entorno (Reyes-García *et al.*, 2009). De acuerdo con Berkes *et al.* (2000) los factores socioculturales favorecen el manejo de los recursos naturales y son adquiridos por medio del lenguaje, observación y práctica, reflejando las relaciones socioecológicas ocurridas en el ambiente. Se trata de una conducta que permite una adaptación cultural de la sociedad con la naturaleza, misma que conlleva al uso de la biodiversidad (Toledo y Barrera, 2008; Manfredo *et al.*, 2016).

Bajo estas condiciones, los CV se han convertido en importantes sistemas de estudio, debido a que son un ejemplo de que es posible aprovechar y conservar la diversidad biológica en zonas fragmentadas al ser manejados y establecidos con base al CET de los campesinos locales para obtener beneficios de éstos, incidiendo directamente en su tamaño, estructura, composición y función (Chablé-Pascual *et al.*, 2015; García-Flores *et al.*, 2019; Zamora *et al.*, 2022). No obstante, se desconoce el efecto sinérgico de múltiples variables ambientales sobre la presencia y distribución de las especies que conforman a los CV, como es el caso del impacto del gradiente altitudinal en su respuesta individual y poblacional (Cabrera *et al.*, 2019; Cirimwami *et al.*, 2019; Ghafari *et al.*, 2018; Laiolo & Obeso, 2017).

Trabajos realizados sobre la riqueza y diversidad de especies vegetales a lo largo de gradientes de altitud muestran en general un patrón gradual y continuo en la disminución de especies desde las regiones bajas a las de mayor altitud (Rahbek, 1995, 2005). Slik *et al.* (2009) mencionan que la riqueza y diversidad de especies se asocia con la altitud, las características del suelo y el clima (Pausas & Austin, 2001; Ávila-Sánchez, et al), donde una mayor biodiversidad en altitudes intermedias de algunas cadenas montañosas tropicales es producto del encuentro de taxones tropicales de zonas de baja altitud y templados que provienen de altitudes elevadas. Respecto a lo anterior estudios realizados en el país muestran que los CV adyacentes a ecosistemas tropicales presentan valores más altos en la riqueza vegetal a diferencia de los ecosistemas templados, lo cual respalda la existencia de un patrón en el que a mayor altitud menor riqueza (Avendaño & Acosta, 2016; Castillo-Campos *et al.*, 2017; Zamora *et al.*, 2022).

Sin embargo, se ha confirmado que esta “regla” no es general, ya que de acuerdo con Moody & Meentemeyer (2001) este patrón entre comunidades no está determinado por los mismos factores. Lo anterior debido a que los CV tienen la función principal de dividir los predios o excluir zonas específicas, por lo que los servicios de mantenimiento y el manejo dependen totalmente del CET y de los criterios de los dueños de las parcelas. De manera que se esperaría que la estructura y composición de los CV estuvieran basados directamente en los intereses de los poseedores del terreno (Mollison, 1981; Morantes-Tolosa & Renjifo, 2018).

El estado de Morelos posee ecosistemas templados y tropicales. En su zona norponiente destaca un reservorio de los macizos más grandes y mejor conservados de bosque templado en transición con bosque tropical caducifolio, importante por su riqueza de especies, suelo agrícola y recarga de acuíferos (Monroy-Ortiz & Monroy, 2007; Sorani & Rodríguez, 2020). En esta zona se localiza el Corredor Biológico (COBIO) Chichinautzin que presenta en un gradiente altitudinal diferentes tipos de vegetación. El COBIO abarca ocho municipios donde habitan comunidades campesinas de origen nahua (INPI, 2017) que mantienen un manejo intensivo de la biodiversidad, como es el caso de los CV que les provee de bienes tangibles e intangibles (Burgos *et al.*, 2017; Colín *et al.*, 2013; Colín *et al.*, 2012; Colín *et al.*, 2015; Cuevas & Monroy-Ortiz, 2017; Sierra *et al.*, 2020). A pesar de la importancia biocultural e hidrológica del COBIO Chichinautzin, éste se encuentra seriamente amenazado por el cambio de uso de suelo, donde el proceso de industrialización-urbanización induce conglomeraciones de la población humana (Monroy-Ortiz & Monroy, 2007), con un marcado proceso de ocupación del Área Natural Protegida (ANP) (Colín & Monroy, 2004; Guerrero, 2020).

Los pueblos originarios y los recientemente urbanos que habitan el COBIO Chichinautzin dependen para su bienestar de la biodiversidad regional, misma que en las últimas décadas se ha visto altamente impactada (Alvarado & Di Castro, 2011; Guerrero, 2020). Se ha documentado que los pobladores de estos pueblos llevan a cabo prácticas de manejo derivadas de su CET que se manifiestan en diversos aspectos, entre ellos, el uso múltiple y el destino de la producción de las especies que satisfacen necesidades básicas, o bien, el control de la densidad de las plantas silvestres y/o domesticadas resultado de su implementación ya sea por estaca o plántula o incluso al tolerar especies de la vegetación adyacente. Además, las podas que realizan influyen directamente en las alturas, diámetros a la altura del pecho (DAP), cobertura y las áreas basales (AB); parámetros que son posibles de sintetizar en índices de importancia ecológica y forestal. Es por ello que el estudio de los CV como espacios de interconexión biológica en paisajes socioecológicos fragmentados cobra gran importancia en esta ANP.

Ante este panorama, surge la necesidad de analizar el efecto del conocimiento ecológico tradicional y del gradiente altitudinal en la riqueza, estructura y diversidad arbórea de los cercos vivos en la zona Noroeste del COBIO referido. La hipótesis de trabajo sugiere que los parámetros estructurales ecológicos como son la riqueza de especies, cobertura, DAP y AB, mostrarán variación tanto por el efecto interactivo del manejo humano como por el gradiente altitudinal, y no únicamente por el efecto individual de un factor como tradicionalmente se ha abordado (Zamora *et al.*, 2022; Laiolo & Obeso, 2017; Salas-Morales & Williams-Linera, 2019).

MÉTODOS

Área de estudio

El COBIO Chichinautzin se localiza al sur de la Faja Volcánica Transmexicana conocida también como Sierra Volcánica Transversal o Eje Volcánico Transmexicano (Espinosa & Ocegueda, 2007), el cual forma parte de la Depresión del Balsas al noreste del estado de Morelos. El COBIO ocupa una superficie de 37,301 h y está integrado por terrenos comunales, ejidales y de pequeña propiedad, distribuidos en los municipios de Huitzilac, Cuernavaca, Tepoztlán, Jiutepec, Tlalnepantla, Yautepec, Tlayacapan y Totolapan (Diario Oficial de la Federación [DOF], 1988). Esta ANP está conformada por montañas de origen volcánico del Plioceno-Holoceno y presenta ocho tipos de suelo (Santillán-Alarcón *et al.*, 2010) con profundidades generalmente menores a 20 cm, destacando por su superficie el Andosol (54%) y el Litosol (27%) (Santillán-Alarcón *et al.*, 2010; Sorani & Rodríguez, 2020).

De acuerdo con Taboada (1981) y con el sistema de Köppen modificado por García (1998), la región comprende intervalos altitudinales que van de 1,250 a 3,450 msnm, con cuatro tipos climáticos: i) semifrío C(W2)(w)(b'), con una temperatura media entre los 5 y 12°C, localizado al noreste y centro del área en altitudes mayores a los 3,000 msnm; ii) templado C(w2)(w)(b), ubicado en altitudes menores a las previamente descritas y abarcando de este a oeste del COBIO, con verano fresco y largo, poca oscilación térmica y marcha de la temperatura tipo Ganges; iii) semicálido (A)(C)(w2)(w), el más fresco de los cálidos, con temperatura media anual menor de 22°C, subhúmedo, con lluvias en verano, ubicado al sur de la zona templada, con una temperatura anual que oscila entre 18 y 22°C, característico de altitudes menores a los 2000 m.s.n.m., y; iv) semicálido A(C)(w1)(w), el intermedio de los subhúmedos, al igual que el anterior, presenta lluvias de verano y es considerado como un clima de transición, localizado al sur del COBIO.

En el COBIO Chichinautzin existen siete tipos de vegetación: bosque de coníferas, bosque de encino, bosque mesófilo de montaña, matorral xerófilo, pastizal, vegetación acuática y subacuática, y bosque tropical caducifolio (BTC) (Rzedowski, 1978); lo cuales se localizan en un intervalo altitudinal que va de 1200 a 3400 msnm. Al norte se ubican masas puras de bosque de coníferas con predominancia de *Pinus montezumae* Lamb. y *Pinus hartwegii* Lindl y superficies extensas representadas por bosques de pino-encino, mientras que en la zona sur los anteriores tipos de vegetación se encuentran en ecotonía con el BTC (Pulido-Esparza *et al.*, 2009; Santillán-Alarcón *et al.*, 2010; Villaseñor *et al.*, 2003).

Dentro de esta diversidad de ecosistemas se encuentran inmersas comunidades campesinas que hacen uso de la biodiversidad nativa concentrada principalmente entre los gradientes altitudinales de 1700 a 2500 msnm. Mediante sistemas agroforestales dispersos a manera de mosaicos estas comunidades favorecen la conservación de la biodiversidad sin detener la producción agrícola, a través de prácticas productivas como la agricultura de temporal, donde destaca la milpa, y otros como los huertos de traspatio y la ganadería (Colín & Monroy, 2004). Sin embargo, esta región del COBIO también muestra un marcado proceso de fragmentación por el cambio de uso de suelo debido al proceso de urbanización, el establecimiento de monocultivos y la extracción de madera (Alvarado & Di Castro, 2011; Guerrero, 2020; Pulido-Santacruz & Renjifo, 2011).

Selección y ubicación de los sitios de muestreo

A través de visitas de prospección y de la observación participante (Taylor & Bogdan, 1992) en las comunidades de la zona noroeste del COBIO, en los meses de marzo a noviembre del 2021 se

escogieron 10 sitios de estudio distribuidos en cinco municipios. El principal factor para su elección fue la disponibilidad de los dueños para trabajar en sus tierras. Cada sitio de estudio fue posicionado a lo largo de un gradiente altitudinal que en general va de los 1220 a los 2574 msnm (Fig. 1).

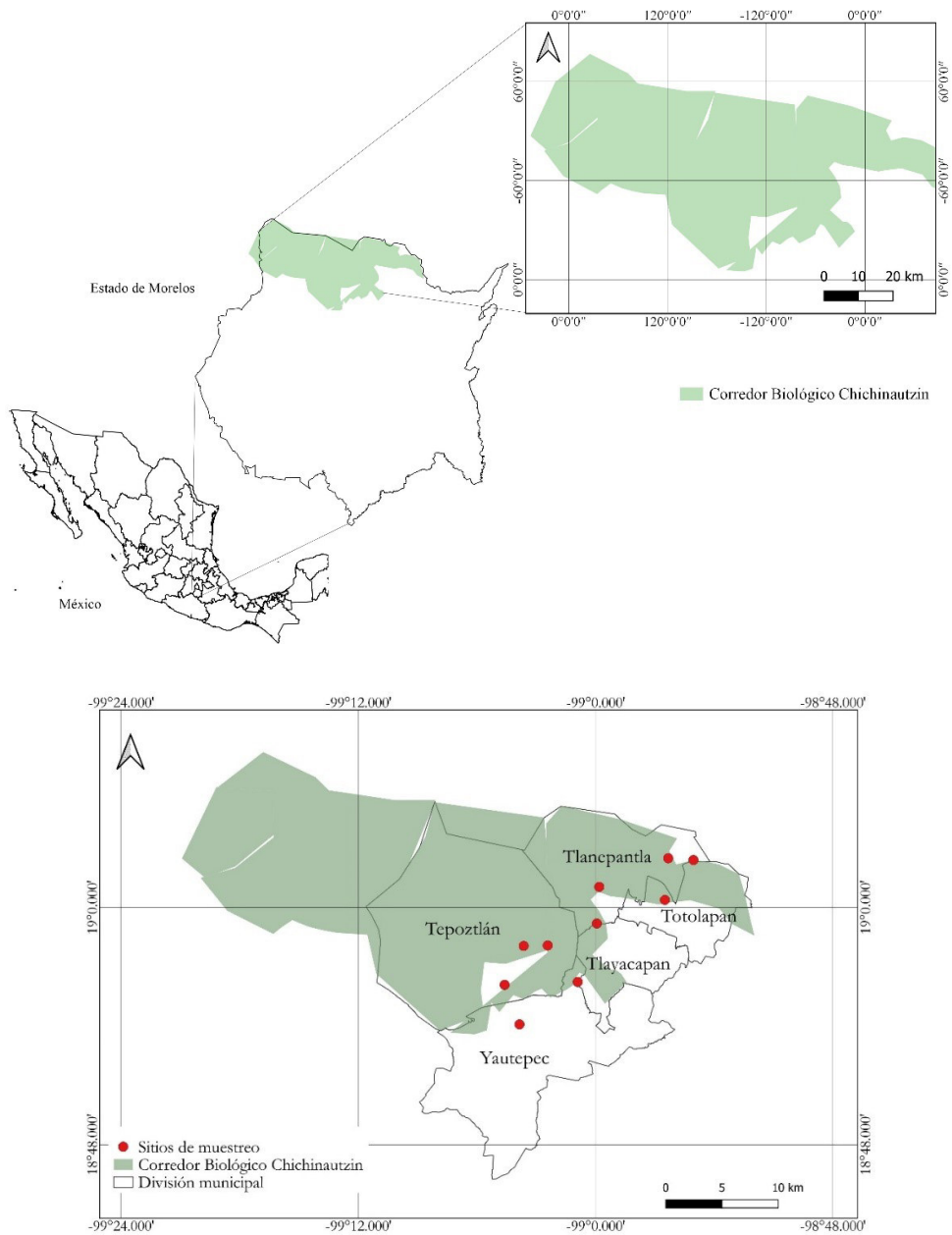


Fig. 1: Ubicación en el estado del Corredor Biológico Chichinautzin y los sitios de muestreo (los sitios van en orden de menor a mayor altitud representados en la Tabla 1).

En cada sitio se estableció un número diferente de transectos en función de la extensión de las parcelas. Los transectos fueron lineales, de 100 x 2 m, con un total de 23 transectos (4 600 m²) distribuidos en los 10 sitios de estudio (Tabla 1). Estas dimensiones están basadas en el método de Gentry (1988), y han sido comúnmente utilizados para estudios florísticos en el neotrópico (Mostacedo & Fredericksen, 2000; Otero *et al.*, 2006; Zamora *et al.*, 2022). Cada transecto utilizó como eje central el CV, de manera que todos los individuos que tuvieran una altura mayor a 1.50 metros que se encontraran distribuidos a lo largo de un metro de cada lado del CV fueron incluidos en el registro; dentro de estos transectos no existió obstáculo alguno.

Tabla 1. Descripción general de los sitios muestreados en el Corredor Biológico Chichinautzin, Morelos, México.

Municipio	Sitio de Muestreo	No. de Transectos	Coordenadas	Altitud (msnm)	Tipo de Vegetación	Uso del suelo
Yautepec	C1	3	18°54'04.87''N y 99°03'50.16''W	1220	BTC	Ag y Ch
Yautepec	C2	3	18°56'14.93''N y 99°00'52.38''W	1291	BTC	Ag
Tepoztlán	C3	2	18°56'05.39''N y 99°04'34.71''W	1320	BTC	Ag y Ur
Tepoztlán	C4	1	18°58'08.36''N y 99°02'23.91''W	1602	BTC-BPE	Ch
Tepoztlán	C5	2	18°58'03.61''N y 99°03'37.81''W	1665	BTC	Ag
Tlayacapan	C6	3	18°59'10.57''N y 98°59'57.76''W	1850	BTC-BPE	Ag
Totolapan	C7	1	19°00'23.69''N y 98°56'28.03''W	2114	BTC-BPE	Ag y Ch
Tlalnepantla	C8	3	19°01'04.66''N y 98°59'53.42''W	2220	BTC-BPE	Ag y Ur
Totolapan	C9	2	19°02'23.96''N y 98°54'59.95''W	2450	BPE	Ag
Tlalnepantla	C10	3	19°02'28.96''N y 98°56'18.50''W	2574	BPE	Ag

Nota: BTC: Bosque Tropical Caducifolio; BPE: Bosque Pino- Encino. Ag: Agricultura; Ch: Casa Habitación; Ur: Uso Recreativo.

Conocimiento ecológico tradicional sobre el manejo y uso de las cercas vivas

Para obtener información sobre las características e importancia de los CV en cada uno de los sitios muestreados se realizaron entrevistas semiestructuradas a los manejadores, que son campesinos originarios y recientemente urbanos que previamente habían dado su consentimiento (Anexo 1), lo que permitió profundizar y documentar el CET relacionado con las especies arbóreas presentes en estos sistemas. Los ejes de la entrevista se enfocaron hacia las especies de plantas que establecen o toleran en los CV, así como las formas de uso, destino de la producción y las prácticas culturales de manejo (época de podas, de deshierbe y de fertilización). Todas se realizaron de manera verbal siguiendo el Código de Ética para la Investigación-Acción y la Colaboración Etnocientífica en América Latina de la Sociedad Latinoamericana de Etnobiología (Cano *et al.*, 2015), y como lo marcan Taylor & Bogdan (1992).

A los propietarios de cada uno de los 10 sitios de muestreo se les expusieron los objetivos del proyecto para obtener el consentimiento de participar y poder utilizar la información de forma confidencial. A cada uno de ellos se le aplicó la entrevista semiestructurada. Los entrevistados son campesinos mestizos dedicados a la agricultura de subsistencia principalmente.

Composición

Se registraron las diferentes especies arbóreas y la abundancia de cada una a lo largo del gradiente altitudinal que se encontraron ubicadas en los transectos de cada sitio, a las cuales se les tomaron fotografías y cuando fue necesario se colectaron ejemplares con flor y/o fruto, colocando las etiquetas correspondientes con nombre común, fecha, lugar de colecta y características de la planta para su posterior determinación taxonómica por el M. en C. Rafael Monroy Martínez, por medio de la comparación con especies del Herbario "MORE" del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. La nomenclatura taxonómica se estandarizó con la base de datos Trópicos del Missouri Botanical Garden (<http://www.tropicos.org>). Con esta información se elaboró un listado libre y un listado florístico, en el último se agregó su origen geográfico, para reconocer si las especies presentes contribuyen con la conservación biológica del país.

Estructura

Para definir la dominancia de cada una de las especies en la estructura de los CV para los sitios muestreados a lo largo del gradiente altitudinal y cómo son influenciados por el CET, en el plano horizontal, se calculó el índice de valor de importancia relativo (IVIR) (Curtis & McIntosh, 1951; Kuchler *et al.*, 1976), mientras que para ponderar la estructura bidimensional (plano horizontal y vertical) se utilizó el índice de valor forestal relativo IVFR (Corella *et al.*, 2001) (Anexo 3). Posteriormente, las especies que presentan los valores más altos en los índices mencionados en cada sitio muestreado se esquematizaron en un perfil semirealista y esquemático de la vegetación para visualizar en una representación gráfica la distribución de las plantas a lo largo del gradiente altitudinal (Richards *et al.*, 1940, 1996).

$$IVIR = \frac{DR + DomR + Fr}{3}$$

Donde:

Dr: Densidad relativa

DomR: Dominancia relativa

Fr: Frecuencia relativa

$$IVFR = \frac{Dnr + Ar + Cr}{3}$$

Donde:

Dnr: Diámetro normal relativo

Ar: Altura relativa

Cr: Cobertura relativa

Diversidad

Para analizar la diversidad alfa (α) en cada sitio a lo largo de un gradiente altitudinal se utilizó el Índice Shannon-Wiener (H'), para ello se emplearon los valores de riqueza de especies y la abundancia relativa (Magurran, 2013). El resultado se expresa con un número positivo, cuyos valores varían generalmente entre 1 y 5 en la mayoría de los ecosistemas naturales. Su valor normal se encuentra entre 2 y 3, si son valores menores a éstos se consideran bajos y si son mayores altos; mientras más alto es el valor del índice mayor será la diversidad (Emanuelli, 2010).

Donde:

S= Número de especies (riqueza de especies)

i= Una especie del sitio de estudio

Pi= Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (abundancia relativa de la especie)

Ln= Logaritmo natural

$$H' = - \sum_{i=1}^s pi \ln(pi)$$

Posteriormente, con los resultados del Índice Shannon-Wiener (H') se calcularon los números efectivos de especies que miden la diversidad verdadera que tendría la comunidad compuesta en cada sitio por una cantidad de especies igualmente comunes (Jost, 2006).

$${}^1D = EXP(H')$$

Donde:

EXP: Exponencial

H' : Resultado índice Shannon-Wiener

La diversidad β se analizó con el índice de similitud de Jaccard, el cual permite cuantificar las variaciones que ocurren en la diversidad de dos comunidades (Emanuelli, 2010) para obtener las diferencias respecto al gradiente altitudinal y el CET. Este coeficiente se basa en la relación de presencia- ausencia entre el número de especies comunes y en el número total de especies, lo que permitió obtener un valor general de la similitud arbórea de los CV entre las comunidades estudiadas a lo largo del gradiente altitudinal. I_j varía entre 1 (completa similitud) y 0 (sin elementos compartidos).

$$I_j = \frac{c}{a+b+c}$$

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

El cálculo de los descriptores de la diversidad se realizó con el programa Species Diversity and Richness Versión 4.1.2 (Seaby & Henderson, 2006).

De manera complementaria y para representar gráficamente la semejanza de la composición arbórea entre los diferentes sitios de muestreo a lo largo del gradiente altitudinal se obtuvo con un análisis de conglomerados (Palacio *et al.*, 2020). Éste se construyó mediante una matriz de abundancias y se utilizó la distancia de Bray-Curtis como medida de disimilitud. También se calculó la correlación cofenética entre matrices para validar la estructura proporcionada por este método jerárquico. Los gráficos se elaboraron con la representación “heatmap” con la función “fviz_dist” de la paquetería “factoextra” (Kassambara & Mundt, 2022) en el lenguaje R (R Core Team, 2022).

Finalmente, para conocer la influencia del conocimiento ecológico tradicional (valor de uso, el destino de la producción, las actividades de manejo entre estas la época de poda y de deshierbe y de fertilización) sobre los parámetros ecológicos de interés (riqueza, estructura y diversidad) a lo largo del gradiente altitudinal, se aplicó un Análisis de Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS, por sus siglas en inglés) (Palacio *et al.*, 2020). El NMDS es una técnica de ordenación que colapsa la información de múltiples dimensiones y las reduce a un universo mínimo de explicación ($k=2$), además de ser altamente flexible en cuanto al tipo de datos con los que se construyen las matrices, debido a que su cálculo matemático emplea suma de rangos en vez de distancias (Palacio *et al.*, 2020). Para su elaboración se emplearon dos matrices, la matriz de sitio y la matriz socioambiental, que fueron integradas mediante la función “metaMDS” de la paquetería “vegan” (Oksanen *et al.*, 2022) en el lenguaje R (R Core Team, 2022). Cabe precisar que se utilizó el argumento “trymax” de la misma paquetería para incrementar el número de iteraciones del modelo ($n=1000$) y mejorar el valor de ajuste (stress, por sus siglas en inglés). El stress es una medida de la discordancia numérica entre la configuración inicial del modelo y la predicha por los valores de la regresión, de manera que a menor valor de stress (0.01- 0.1) se obtiene una representación aceptable en un número óptimo de dimensiones (Palacio *et al.*, 2020).

RESULTADOS

Riqueza y Composición

La riqueza de especies arbóreas de todos los CV fue de 35 *taxa*. De éstas, *Cupressus lusitanica* Mill. y *Arbutus xalapensis* Kunth están sujetas a protección especial, mientras que *Sapium macrocarpum* Müll. Arg. está en categoría de Amenazada (NOM-059-SEMARNAT-2010). Las especies pertenecen a 30 géneros distribuidos en 21 familias. Del total de las primeras el 71% son nativas de México (de éstas el 8% son endémicas para el país), el 3% nativas para Mesoamérica, otro 3% para América tropical y el 23% restante son exóticas (Villaseñor, 2016). Respecto a los géneros destacan *Bursera* con 9%, y *Prunus*, *Citrus* y *Ficus* con 6% cada uno, mientras que las familias botánicas más representativas fueron: Fabaceae con 14%, y Rosaceae, Burseraceae y Bignoniaceae con 9% respectivamente (Anexo 2). En general, se aprecia que la riqueza de especies a lo largo del gradiente altitudinal se mantiene constante en las comunidades dominadas por BTC, aumentando en la zona de transición y disminuyendo en la zona más alta en donde predomina la vegetación de BPE (Fig. 2).

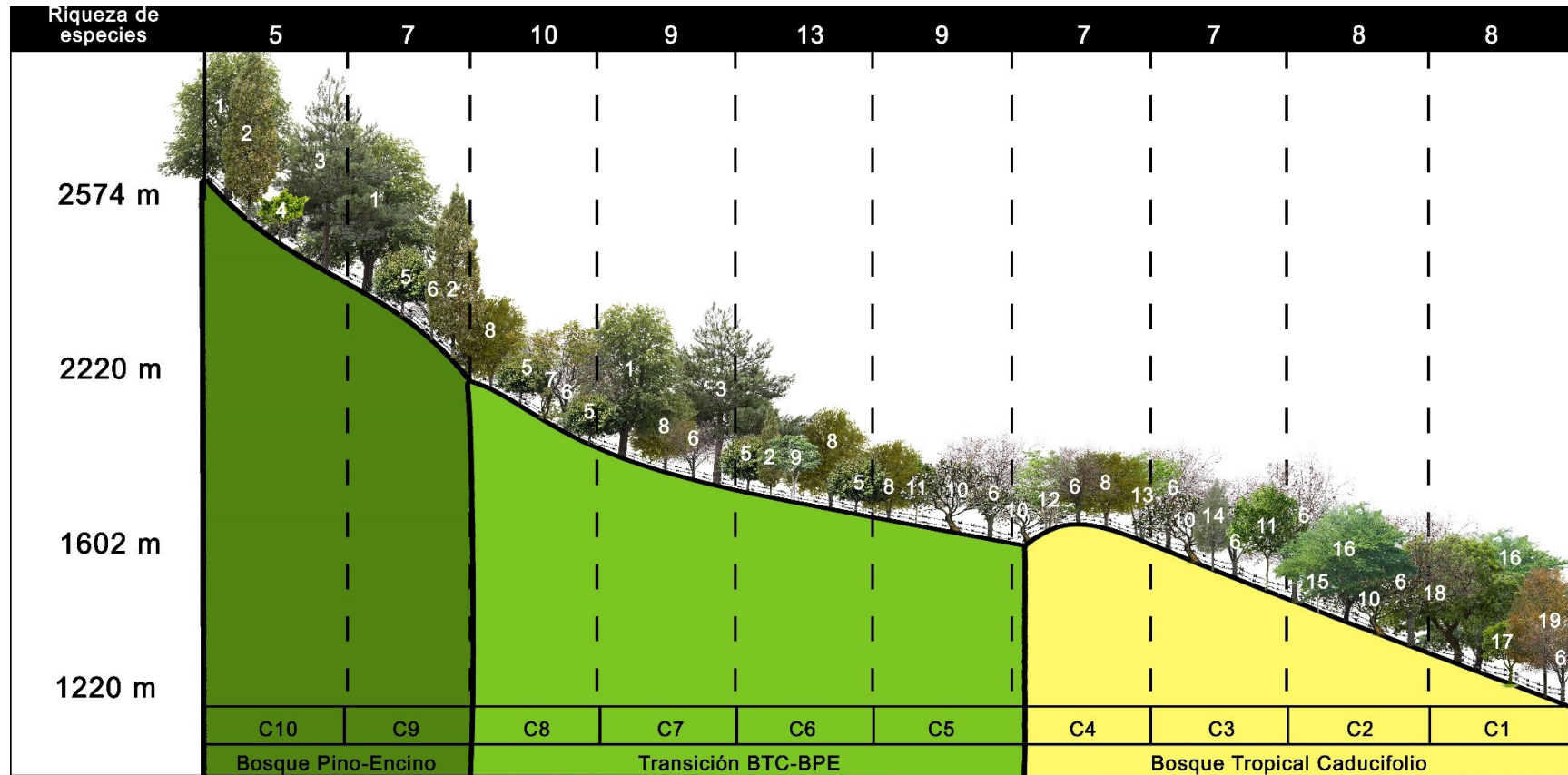


Fig. 2. Perfil de vegetación de todos los sitios de muestreo

Nota: 1: *Quercus rugosa*; 2: *Cupressus lusitanica*; 3: *Pinus montezumae*; 4: *Citrus aurantifolia*; 5: *Persea americana*; 6: *Erythrina americana*; 7: *Prunus persica*; 8: *Spondias purpurea*; 9: *Annona cherimola*; 10: *Ipomoea murucoides*; 11: *Guazuma ulmifolia*; 12: *Bursera glabrifolia*; 13: *Bocconia arborea*; 14: *Casuarina equisetifolia*; 15: *Gliricidia sepium*; 16: *Pithecellobium dulce*; 17: *Heliocarpus terebinthinaceus*; 18: *Bursera simaruba*; 19: *Spathodea campanulata*.

Estructura de la vegetación

Los valores más altos de los dos índices estructurales (IVIR e IVFR) para los sitios de muestreo indican la predominancia de especies pertenecientes al BTC tales como el colorín (*Erythrina americana* Mill.), cazahuate (*Ipomoea murucoides* Roem. & Schult.), ciruela (*Spondias purpurea* L.), guamúchil (*Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth) y aguacate (*Persea americana* Mill). Por otra parte, las especies con afinidad al BPE, en orden jerárquico de dominancia estructural fueron encino (*Quercus rugosa* Née), ocote (*Pinus montezumae* Lamb.), cedro (*C. lusitanica*) y madroño (*A. xalapensis*) (Tabla 2, Fig. 3 y Anexo 2).

De acuerdo con los resultados de los índices de la estructura vegetal de los CV, en los sitios de muestreo que comprenden el gradiente altitudinal de los 1220 hasta los 1665 msnm, que abarca 5 sitios (C1, C2, C3, C4 y C5), sobresalen especies pertenecientes al BTC (*P. (Roxb.) Benth*, *E. americana* Mill., *I. murucoides* Roem. & Schult.) (Tabla 2 y Fig. 3). En los sitios C1 y C2 destacan aquellas que presentan las alturas y coberturas mayores como *P. dulce*, *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Spathodea. campanulata* P. Beauv, *Heliocarpus terebinthinaceus* (DC.) Hochr. e *I. murucoides*. En los tres sitios restantes (C3-C5) destacan especies como *I. murucoides*, *S. purpurea*, *Guazuma ulmifolia* Lam. y *Bursera glabrifolia* (Kunth) Engl. Cabe mencionar que en todo este gradiente está presente *E. americana* dentro de los valores estructurales más altos de los índices, encabezándolos en los sitios C3 y C2.

En el gradiente altitudinal que comprende de 1850 a 2220 msnm, al que pertenecen los sitios C6, C7 y C8, existe una combinación entre especies de BTC y BPE, destacando en ambos índices *S. purpurea*, *Annona cherimola* Mill., *E. americana*, *I. murucoides*, *B. glabrifolia*, *Q. rugosa*, *P. montezumae* y *C. lusitanica*. Cabe mencionar que en las comunidades C6 y C7 *P. americana* se encuentra en los primeros lugares de los índices referidos (IVIR e IVFR) debido a su alta abundancia (Tabla 2).

Por último, en el gradiente altitudinal que va de 2450 a 2574 msnm, al que pertenecen los sitios C9 y C10, dominan *Q. rugosa*, *P. montezumae* y *C. lusitanica*, todas especies del BPE. Sin embargo, también se encontraron arboles de *E. americana* y *S. purpurea*, que de acuerdo con Villaseñor (2016) pertenecen al BTC (Tabla 2 y Anexo 3).

Tabla 2. Valores más altos de los Índices relativos en cada sitio (IVIR lado izquierdo e IVFR del lado derecho).

	C1 (1220 msnm)		
	IVIR	IVFR	
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth	38.01	43.41	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	22.84	27.65	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.
<i>Erythrina americana</i> Mill.	8.32	11.41	<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.
	C2 (1291 msnm)		
	IVIR	IVFR	
<i>Erythrina americana</i> Mill.	37.04	38.85	<i>Erythrina americana</i> Mill.
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth	16.48	21.59	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth
<i>Ipomoea murucoides</i> Roem. & Schult.	10.89	11.31	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hochr.
	C3 (1320 msnm)		
	IVIR	IVFR	
<i>Erythrina americana</i> Mill.	26.60	31.00	<i>Erythrina americana</i> Mill.
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	21.18	23.84	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.
<i>Ipomoea murucoides</i> Roem. & Schult.	14.10	12.51	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.

C4 (1602 msnm)			
	IVIR	IVFR	
<i>Ipomoea murucoides</i> Roem. & Schult.	26.25	28.54	<i>Ipomoea murucoides</i> Roem. & Schult.
<i>Erythrina americana</i> Mill.	20.48	18.91	<i>Erythrina americana</i> Mill.
<i>Spondias purpurea</i> L.	10.72	15.29	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.
C5 (1665 msnm)			
	IVIR	IVFR	
<i>Bursera glabrifolia</i> (Kunth) Engl.	32.77	39.12	<i>Ipomoea murucoides</i> Roem. & Schult.
<i>Ipomoea murucoides</i> Roem. & Schult.	29.11	37.84	<i>Bursera glabrifolia</i> (Kunth) Engl.
<i>Erythrina americana</i> Mill.	8.13	8.52	<i>Spondias purpurea</i> L.
C6 (1850 msnm)			
	IVIR	IVFR	
<i>Persea americana</i> Mill.	21.41	25.84	<i>Persea americana</i> Mill.
<i>Annona cherimola</i> Mill.	12.81	14.70	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.
<i>Spondias purpurea</i> L.	11.67	12.04	<i>Annona cherimola</i> Mill.
C7 (2114 msnm)			
	IVIR	IVFR	
<i>Quercus rugosa</i> Née	20.01	28.54	<i>Quercus rugosa</i> Née
<i>Pinus Montezumae</i> Lamb.	18.97	24.29	<i>Spondias purpurea</i> L.
<i>Spondias purpurea</i> L.	16.89	19.67	<i>Pinus Montezumae</i> Lamb.
C8 (2220 msnm)			
	IVIR	IVFR	
<i>Persea americana</i> Mill.	26.18	40.42	<i>Persea americana</i> Mill.
<i>Spondias purpurea</i> L.	24.54	23.32	<i>Spondias purpurea</i> L.
<i>Erythrina americana</i> Mill.	14.87	9.66	<i>Erythrina americana</i> Mill.
C9 (2450 msnm)			
	IVIR	IVFR	
<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	38.65	59.39	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.
<i>Quercus rugosa</i> Née	30.73	27.71	<i>Quercus rugosa</i> Née
<i>Persea americana</i> Mill.	6.89	4.16	<i>Pinus Montezumae</i> Lamb.
C10 (2574 msnm)			
	IVIR	IVFR	
<i>Quercus rugosa</i> Née	44.35	59.03	<i>Quercus rugosa</i> Née
<i>Pinus Montezumae</i> Lamb.	27.17	25.06	<i>Pinus Montezumae</i> Lamb.
<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	12.40	7.43	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth

Diversidad alfa

Con base a los valores aportados del Índice Shannon-Wiener (H') referidos a la diversidad alfa en cada uno de los sitios muestreados, se observa que en la mayoría de los casos (80%) la diversidad es baja, porque sus valores son menores a $H' = 2$; mientras que los sitios C6 y C7 (20%) tienen una alta diversidad (tabla 3). Los números efectivos (medidas de diversidad verdadera), permiten una mejor interpretación de la heterogeneidad de especies entre comunidades (Tabla 3), destaca que sobresalen los mismos sitios con mayor diversidad, donde C6, que es el sitio más diverso, tiene una diferencia de 6.67 con C9, siendo este último el sitio menos diverso. Entre los valores más altos, esta C6 que es 3.4 veces más diverso respectivamente que los dos sitios que le preceden (C2 y C7), lo cual es más del doble. Por su parte, C7 y C2 tienen una diferencia de diversidad entre ellos de 1.18. Cabe precisar que no existe un patrón consistente de la diversidad alfa a lo largo del gradiente altitudinal, independientemente de la manera en que ésta fue medida.

Tabla 3. Valor del Índice Shannon-Wiener y los valores de diversidad verdadera en cada sitio muestreado del Corredor Biológico Chichinautzin, Morelos, México.

Sitios de muestreo	Valor del índice	No. Efectivos
C1	1.63	5.08
C2	1.87	6.46
C3	1.56	4.76
C4	1.75	5.78
C5	1.23	3.42
C6	2.29	9.86
C7	2.03	7.64
C8	1.63	5.08
C9	1.16	3.19
C10	1.45	4.24

Diversidad beta

Respecto a la heterogeneidad y el recambio de especies entre los sitios de estudio (diversidad β), el índice de Jaccard (I J) tuvo un valor de 0.83, el cual es alto, lo que expresa una baja tasa de recambio de especies a lo largo del gradiente altitudinal. Esta información se confirma con el dendrograma de calor, el cual muestra la existencia de dos grandes grupos (Coeficiente de Correlación Cofenética = 0.96) entre los cuales las especies son ampliamente compartidas (Fig. 3). El primer grupo está compuesto por las comunidades de San José de los Laureles (C6), la cabecera municipal de Tlalnepantla (C8), Villa Nicolas Zapata (C9) y Felipe Neri (C10), que se encuentran en la parte alta del gradiente de altitud de 1850 a 2574. Al interior de este grupo C9 y C10 tienen una mayor afinidad y se separan como un subgrupo, lo mismo ocurre en el caso de C6 y C8. El segundo grupo está compuesto por las comunidades de Colonia Vicente Estrada Cajigal (C1), Ignacio Bastida (C2), Texio (C3), Amatlán (C4), Colonia del Carmen (C5) y Nepopualco (C7). Al interior de este grupo existen también dos subgrupos, uno conformado exclusivamente por C1, el cual difiere florísticamente de los demás, y el otro por el resto de comunidades organizadas en tres subconjuntos, en los que C2, C3 y C7 presentan la mayor afinidad de especies, aun cuando C7 es una comunidad que se encuentra en una zona transicional (al igual que C5) a poco más de 800 m de altitud que los dos anteriores (Fig. 2); lo que explicaría su separación como otro subconjunto tal cual se muestra el dendrograma (Fig. 3). El último subconjunto está conformado por C4 y C5, debido a que albergan especies que no se encuentran en el resto (Fig. 3), por tanto, su estructura y composición es similar (Tabla 2 y Fig. 2).

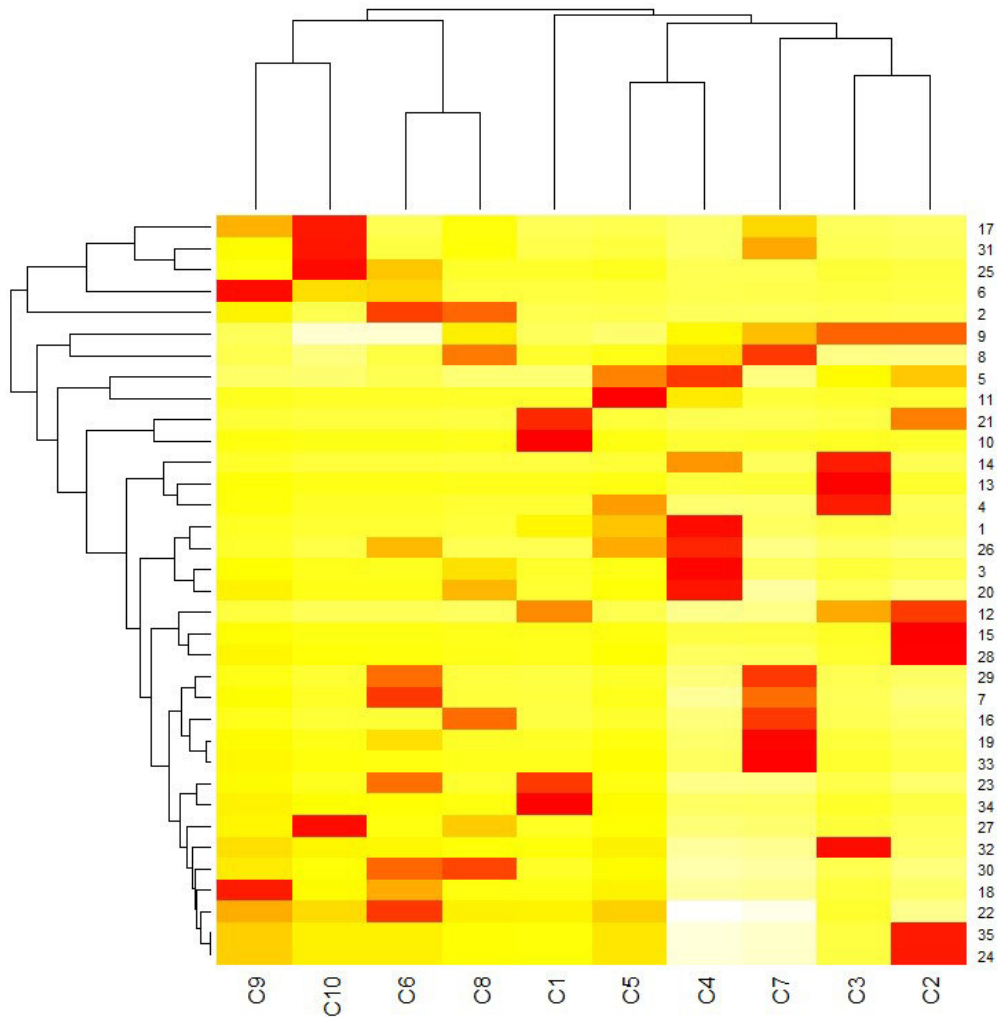


Fig. 3. Dendrograma de calor entre las matrices de los sitios de muestreo (parte superior) y las especies presentes por sitio (parte lateral izquierda), donde se muestra una escala de colores en que el rojo intenso indica el valor más alto, mientras que el naranja, amarillo y blanco indican valores menores. Coeficiente de correlación cofenético =0.96. **Nota:** Las especies corresponden a 1: *Manihot foetida*; 2: *Ipomoea murucoides*; 3: *Quercus rugosa*; 4: *Guazuma ulmifolia*; 5: *Spondias purpurea*; 6: *Casuarina equisetifolia*; 7: *Ficus carica*; 8: *Annona cherimola*; 9: *Cupressus lusitanica*; 10: *Bursera glabrifolia*; 11: *Erythrina americana*; 12: *Fraxinus uhdei*; 13: *Bursera schlechtendalii*; 14: *Heliocarpus terebinthinaceus*; 15: *Leucaena esculenta*; 16: *Sapium macrocarpum*; 17: *Acacia farnesiana*; 18: *Pithecoctenium crucigerum*; 19: *Citrus aurantifolia*; 20: *Ficus benjamina*; 21: *Bursera simaruba*; 22: *Tecoma stans*; 23: *Arbutus xalapensis*; 24: *Swietenia humilis*; 25: *Prunus serotina* subsp. *capuli*; 26: *Prunus pérsica*; 27: *Citrus sinensis*; 28: *Pithecellobium dulce*; 29: *Psidium guajava*; 30: *Pinus montezumae*; 31: *Persea americana*; 32: *Eriobotrya japonica*; 33: *Bocconia arborea*; 34: *Gliricidia sepium*; 35: *Spathodea campanulata*.

Conocimiento ecológico tradicional

De los entrevistados el 90% fueron varones, con un rango de edad de 35 a 71 años. Son seis el total de valores de uso de las especies plantadas bajo selección local o toleradas que pertenecen a la vegetación nativa. Sobresale por el número de mención el alimentario (36%), el combustible (26%) y la sombra (26%), este último a pesar de no ser un servicio de provisión los informantes los perciben como tal. Por otra parte, aquellas especies que destacan en los índices estructurales también son nativas del país y presentan uso múltiple (*E. americana*, *I. murucoides*, *S. purpurea*, *P. dulce*, *P. montezumae*, *C. lusitanica* y *A. xalapensis*) (Tabla 4 y Anexo 2).

Tabla 4. Especies sobresalientes en los índices estructurales en relación con el uso y grado de manejo.

Bosque Tropical Caducifolio			
Especies	Origen	Grado de Manejo	No. usos
<i>Erythrina americana</i>	Endémica de México	En proceso de domesticación	3
<i>Ipomoea murucoides</i>	Nativa de México	Silvestre	2
<i>Spondias purpurea</i>	Nativa de México	Domesticada	4
<i>Pithecellobium dulce</i>	Nativa de México	En proceso de domesticación	4
<i>Persea americana</i>	Nativa de México	Domesticada	2
Bosque Pino-Encino			
<i>Quercus rugosa</i>	Nativa de México	Silvestre	2
<i>Pinus montezumae</i>	Nativa de México	Silvestre	2
<i>Cupressus lusitanica</i>	Nativa de México	Silvestre	2
<i>Arbutus xalapensis</i>	Nativa de México	Silvestre	2

Nota: Para el grado de manejo se precisaron por medio de bibliografía (Monroy-Ortíz & Monroy, 2006).

Las prácticas culturales de manejo que llevan a cabo los propietarios de los CV son: 1) el establecimiento por medio de estacas y por plantas que compran, 2) el tolerar especies silvestres que ya estaban presentes, 3) las podas que se efectúan cada uno o dos años en temporal de lluvias y secas, 4) el deshierbe realizado cada uno, dos o tres años, durante la época de lluvias y secas, durante esta última época se realiza también por medio de la quema, con herramientas como el azadón y machete, así como por herbicidas químicos y 5) la fertilización con abono a base de estiércol de animal vacuno. Cabe mencionar que aquellos sitios que presentan mayor diversidad (C6 y C7) se les realiza la mayor cantidad de las prácticas mencionadas. En C6 la parcela en la que se encuentran los CV se dedica exclusivamente a la agricultura, y utilizan la producción para venta y autoabasto, en ese orden de importancia. En el segundo sitio (C7) la parcela es ocupada para agricultura y esta compartida con casa habitación, donde la producción obtenida es utilizada de la misma forma que la anterior.

Influencia de las prácticas de manejo en la estructura de los CV

El Análisis de Escalamiento Multidimensional no Métrico indica que la riqueza, estructura y diversidad arbórea de los CV está directamente influenciada por el manejo más que por la altitud, con un valor de stress altamente confiable (Figura 4). De las siete prácticas de manejo que los propietarios de los CV llevan a cabo, sólo tres resultaron estadísticamente significativas: temporal de podas ($r^2=0.63$, $p=0.040$), temporal de deshierbe ($r^2=0.75$, $p=0.005$) y fertilización ($r^2=0.76$, $p=0.008$).

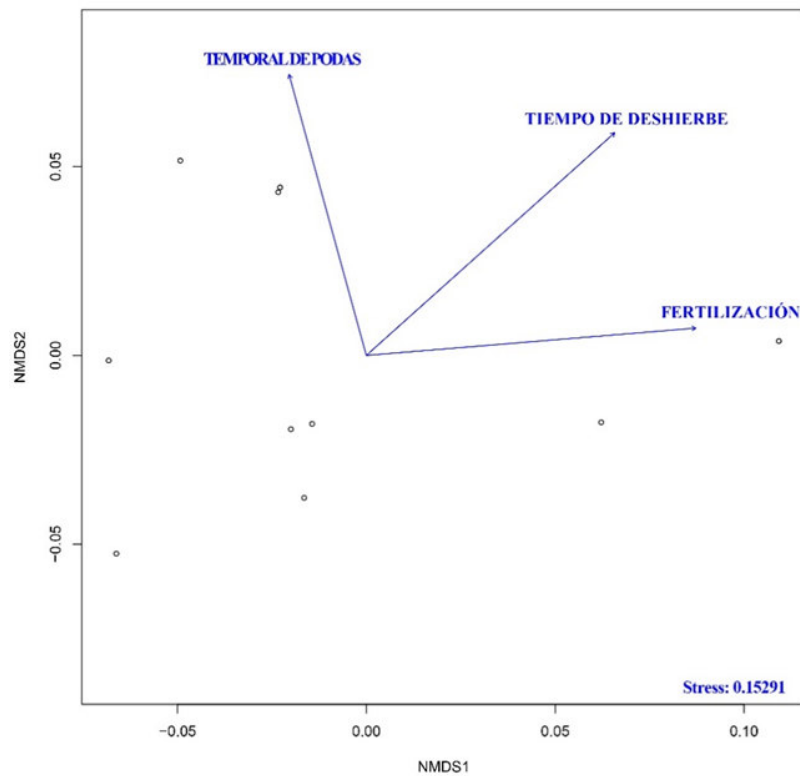


Fig. 4. Representación del Análisis de Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS). Se muestran únicamente las variables estadísticamente significativas.

DISCUSIÓN

De las 35 especies arbóreas reportadas en los CV el 71% son nativas de México, coincidiendo con Avendaño & Acosta (2016) y Zamora *et al.* (2022), quienes hacen referencia para estudios en CV en Veracruz, México, de la alta presencia de árboles y arbustos nativos; sin embargo, el número de especies que reportan es mayor, lo cual se puede atribuir a que trabajaron con diferentes tipos y números de ecosistemas, así como las diversas formas de crecimiento y superficies. A pesar de lo anterior, se comparten algunas especies correspondientes a ecosistemas cálidos y templados como *E. americana*, *S. purpurea*, *B. simaruba*, *G. sepium*, *G. ulmifolia*, *A. cherimola*, *A. xalapensis*, *Q. rugosa* y *C. lusitanica*. Por otra parte, respecto a la riqueza de especies se difiere con Fuentealba & Martínez-Ramos (2014), Torres *et al.* (2008) y Villanueva-López *et al.* (2014), en trabajos realizados en selvas medianas y altas de clima cálido-húmedo.

Teóricamente se reconoce que la variación florística y los patrones de riqueza, diversidad y estructura de especies vegetales entre sitios está asociada a los cambios climáticos relacionados al cambio de altitud (Sang, 2009; Slik *et al.*, 2009; Pausas & Austin, 2001; Ávila *et al.*, 2018). Sin embargo, en el presente estudio se demostró que las variables ambientales no necesariamente determinan la composición y estructura de las especies de los CV debido a que el manejo llevado a cabo por los propietarios

también parece influir en dichos parámetros. Esto se demuestra al encontrarse especies asociadas al BTC (aunque en menor abundancia) en zonas de BPE, implementadas por los propietarios, debido a los beneficios que proveen para éstos, entre las que destacan: *E. americana*, *S. purpurea* y *P. americana*; escenario que permite rechazar la hipótesis planteada en la presente investigación de que los parámetros estructurales ecológicos mostrarán variación tanto por el efecto interactivo del manejo humano como por el gradiente altitudinal”. Lo anterior debido a que la presencia de estas taxa es el resultado de su implementación a partir del CET que responde a los requerimientos de sus manejadores, por ejemplo, las labores de mantenimiento como la poda del dosel se hace para priorizar el cultivo de las parcelas aledañas, como también lo reporta Avendaño & Acosta (2016). Esto coincide con Colín et al. (2012), quienes refieren que el factor socioeconómico busca la producción constante durante todo el año, lo que impacta directamente en la riqueza y principalmente en la estructura de las especies presentes.

Por otra parte, la riqueza de especies de los CV trabajados es similar en las diferentes altitudes (Fig. 2) por la influencia del CET (Fig. 3). En los sitios de mayor altitud la disminución en la riqueza de especies se atribuye a la dificultad para establecer una mayor cantidad de plantas. En estos sitios sobresale que el 80% de las plantas son silvestres y estas tienen menor grado de manejo, lo que coincide con Zamora *et al.* (2022) en cuanto a que los CV establecidos a mayores elevaciones tienen menor riqueza de especies, pero más del 90% de éstas son silvestres.

Las especies que se reportan con uso múltiple corresponden también a aquellas que tienen los valores más altos tanto en el IVI como en el IVF. La diferencia de *taxas* a lo largo del gradiente altitudinal de acuerdo a los índices referidos es mínima, esto es causado por la influencia del CET debido a que las comunidades a lo largo del gradiente altitudinal tienen una estrecha relación con la biodiversidad que les rodea, al implementar y manejar especies que tienen la capacidad de cubrir parte de sus necesidades básicas (ya sean alimenticias, medicinales, u otras), permitiendo conectar las dimensiones económicas y sociales con las ambientales y así crear caminos alternativos en tiempos de crisis. Un ejemplo es *E. americana*, que es endémica del país. Esta especie se encuentra a lo largo de todo el gradiente altitudinal en el presente estudio, sobresaliendo en zonas de BTC, lo que no es raro, ya que Colín & Monroy (2004), Grande et al. (2013) y Zamora et al. (2022) mencionan que es identificada como una de las especies con mayor presencia en los CV de diferentes regiones del país por su importancia alimenticia y forrajera, así como por su fácil reproducción y rápido crecimiento. También es de importancia la presencia de *B. simaruba*, que de acuerdo con Hernández-Pérez et al. (2011) es una especie común en los CV del sureste mexicano por sus propiedades medicinales, su uso mágico-religioso de la savia y por la fácil reproducción y rápido crecimiento, sin embargo, en Morelos solo se ha reportado para la Sierra de Huautla al sur de la entidad (Burgos et al., 2017). Pese a lo anterior, resultaron ser árboles dominantes por alturas y cobertura en los CV en el gradiente altitudinal más bajo perteneciente a BTC en el COBIO Chichinautzin, lo que sugerimos es consecuencia de que los dueños de los CV ubicados en esta zona tienen conocimiento sobre el manejo de esta especie en particular, por lo que decidieron implementarla.

Persea americana Mill. variedad Hass reporta una abundancia alta en la zona de transición BTC y BPE, al igual que en el estudio de Zamora *et al.* (2022) en Veracruz, en un área de ecotonía de zonas cálidas y templadas, lo que se explica porque es una especie de importancia alimenticia y económica, como lo mencionan Pérez et al. (2019). Sin embargo, Bravo-Espinoza *et al.* (2009) afirman que, a pesar de ser nativa de México, su alta abundancia podría llegar a ser un problema a la diversidad y deteriorar los ecosistemas forestales, como lo es para en el estado de Michoacán.

Respecto a la diversidad alfa y beta y los resultados de ordenación de la información del dendrograma, se demuestra que los CV en toda el área muestreada son muy similares, debido a que no existe un incremento de estos parámetros ecológicos a medida que aumenta la altitud, sino que dichas métricas más bien están influenciadas por las prácticas culturales que se reportan como estadísticamente significativas (Fig. 4). Por ejemplo, C7 y C10 en su mayoría albergan árboles afines al BPE, sin embargo, también están presentes especies de BTC establecidas por los manejadores con una abundancia alta, en que el CET se ve reflejado en las especies utilizadas (Zamora *et al.*, 2022). Esta tendencia es consistente a lo largo del gradiente altitudinal, porque existe una biodiversidad reconocida por los habitantes de las comunidades del COBIO Chichinautzin para satisfacer diversas necesidades, lo que influye directamente en la conformación y configuración espacio-temporal de esos sistemas agroforestales.

En general, los CV del COBIO Chichinautzin además de ser parte del paisaje antrópico constituyen elementos preservación de biológica al funcionar como reservorios de especies vegetales nativas pertenecientes a bosques adyacentes (Avendaño & Acosta, 2016; Dick, 1999; Dirzo *et al.*, 2009 y Harvey *et al.*, 2008). Estudios previos en el país (Avendaño & Acosta, 2016; Estrada & Coates-Estrada, 2001; Fuentealba & Martínez-Ramos, 2014; Harvey *et al.*, 2005; Pulido-Santacruz & Renjifo, 2011) también confirman que, aunque las especies presentes en las CV solo cubren una pequeña área del paisaje, su distribución y estructura es importante al tener un efecto positivo en la posibilidad de aumentar la conectividad general del paisaje y sobre todo en aquellas regiones donde la vegetación ha sido perturbada en mayor grado al establecer campos para la producción.

Los informantes clave del presente trabajo se dedican en un alto porcentaje a la agricultura, las especies vegetales que utilizan en los CV son implementadas bajo selección local con base en el CET. Además, estos CV sirven como linderos para delimitar sus terrenos en los que se incluyen las parcelas dedicadas al cultivo y a la casa habitación, así como de brindar bienes naturales a las comunidades, principalmente de provisión, sobresaliendo el valor de uso alimentario, combustible y sombra. Este es un hallazgo diferente con respecto a otros estudios realizados en el país, debido a que su función secundaria en estos espacios es proveer forraje, sobre todo al localizarse en zonas donde existe una fuerte presencia ganadera (Fuentealba & Martínez-Ramos, 2014; Maldonado *et al.*, 2008; Villanueva-López *et al.*, 2014). Para el estado de Morelos no se ubicaron trabajos dedicados exclusivamente a este sistema agroforestal, sin embargo, Colín *et al.* (2012) y Monroy *et al.* (2017) mencionan este valor de uso en los huertos y zonas de cultivo donde las especies implementadas como CV permiten incrementar el ingreso al núcleo familiar y la disponibilidad de bienes como una respuesta a la crisis de la economía campesina. Con lo anterior, se enfatiza que en la entidad existe una necesidad académica en profundizar sobre las funciones sociales y ambientales de este sistema agroforestal.

El presente estudio demuestra que el CET es el factor principal que influye en la riqueza, composición, estructura y diversidad de las especies presentes en los CV del COBIO Chichinautzin, debido a que el establecimiento de estos *taxa* está relacionado con los diferentes usos que les dan los propietarios, como lo menciona (Stanturf *et al.*, 2014), principalmente alimentarias, sombra, combustible, medicinales, herramienta e insecticidas. Cabe precisar que el establecimiento de estas especies puede reducir la presión sobre las áreas boscosas del COBIO Chichinautzin, limitando la extracción o tala de árboles nativos, lo que favorecería la conservación biológica (Zamora *et al.*, 2022). Los campesinos de las propiedades confirmaron que las plantas utilizadas en los CV son implementadas para obtener productos para autoabasto y el excedente se venden en los mercados locales, lo que confirma que un sistema de esta naturaleza se vuelve ecológica, alimentaria y económicamente viable, ya que como también lo refiere Rendón-Sandoval

et al. (2020), su establecimiento garantiza a los campesinos ahorros económicos, además de aportar un valor ecológico añadido a sus tierras.

CONCLUSIONES

El conocimiento ecológico tradicional es el principal factor relacionado con la riqueza, estructura y diversidad arbórea que presentan los cercos vivos en el Corredor Biológico Chichinautzin. A diferencia de otros estudios, en el presente trabajo la altitud y sus variaciones climáticas no son el principal factor de los parámetros mencionados. El manejo de los cercos vivos se basa en el CET de los propietarios, en el que se incluyen las actividades culturales de apropiación que se relacionan tanto con los servicios ambientales, principalmente los de provisión como el alimentario y combustible, así como en el destino de la producción. Los cercos vivos estudiados tienen como función principal delimitar campos de cultivo y predios de casa habitación, a diferencia de otros reportes donde son utilizados para delimitar potreros para la ganadería vacuna. La colindancia entre parcela, vivienda y CV permite que el conocimiento sobre el manejo tradicional del último influya en la conservación biológica, evidencia de ello es que el 71% de las especies reportadas son nativas del país e incluso endémicas y multipropósito. Además, algunas de estas especies son estructuralmente dominantes en los tipos de vegetación estudiados. Estos sistemas agroforestales también conservan especies sujetas a protección de acuerdo con la NOM-059 de México. A pesar de los hallazgos generados en la presente investigación, solo representan un primer intento para conocer algunas de las especies que son empleadas como CV en el COBIO Chichinautzin de Morelos y de los factores que afectan su presencia. Por tal motivo, se requieren realizar estudios detallados que permitan profundizar el efecto que tiene el CET sobre la estructura y composición de los CV, mismos que deben socializarse con los informantes y con otros grupos sociales, para la revaloración de su importancia en la conservación de la diversidad biocultural.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCyT) por la beca otorgada durante la elaboración del presente trabajo al primer autor. A los habitantes de las comunidades del COBIO Chichinautzin por permitirnos trabajar en sus parcelas y sobre todo gracias por su disponibilidad y aportes a la investigación.

LITERATURA CITADA

- Alvarado Rosas, C., & di Castro S. M. R. (2011). Un acercamiento al fenómeno de la fragmentación socio territorial en la zona noreste y noroeste de la ciudad de Cuernavaca, Morelos. *Revista Geográfica De América Central*, 2 (47E), 1–15.
- Avendaño R., S., & Acosta R, I. (2016). Plantas utilizadas como cercas vivas en el estado de Veracruz. *Madera y Bosques*, 6(1). <https://doi.org/10.21829/myb.2000.611342>
- Ávila-Sánchez, P., Sánchez-González, A., Catalán-Heverástico, C., Almazán-Núñez, R. C., & Jiménez-Hernández, J. (2018). Patrones de riqueza y diversidad de especies vegetales en un gradiente altitudinal en Guerrero, México. *Polibotánica*, (45), 101-113. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.45.8>
- Barrera-Bassols, N., & Toledo, V. M. (2018). La Devastación biocultural de México. In V. M. Toledo Manzur & P. Alarcon-Cháires (Eds.), *Tópicos bioculturales: reflexiones sobre el concepto de bioculturalidad y la defensa del patrimonio*

- biocultural de México*. (Primera Edición, Vol. 1, pp. 99–119). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bravo-Espinoza, M., Sánchez-Pérez, J. la luz, Vidales-Fernández, J.-A., Sáenz-Reyes, J.-T., Chávez-León, J. G., Madrigal-Huendo, S., Muñoz-Flores, H. J., Tapia-Vargas, L.-M., Orozco-Gutiérrez, G., Alcántar-Rocillo, J.-J., Vidales-Fernández, I., & Venegas-González, E. (2009). Impactos ambientales y socioeconómicos del cambio de uso del suelo forestal a huertos de aguacate en Michoacán. In *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro*.
- Berkes, F., Colding, J. & Folke, C. (2000). Rediscovery of Traditional Ecological Knowledge as adaptive management. *Ecological Applications*, 10 (5), 1251-1262.
- Bertoni, M. y López, M. (2010). Percepciones sociales ambientales. Valores y actitudes hacia la conservación de la Reserva de Biosfera «Parque Atlántico Mar Chiquita Argentina. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 19 (5), 835-849.
- Budowski, G. (1987). Living fences in tropical America, a widespread agroforestry practice. In *Agroforestry: realities, possibilities and potentials*.
- Burgos Herrera, B., Cruz León, A., Uribe Gómez, M., Lara Bueno, A., & Torres, R. M. (2017). Valor cultural de especies arbóreas en sistemas agroforestales de la Sierra de Huautla, Morelos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 16. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i16.396>
- Cabrera, O., Benítez, Á., Cumbicus, N., Naranjo, C., Ramón, P., Tinitana, F., & Escudero, A. (2019). Geomorphology and altitude effects on the diversity and structure of the vanishing montane forest of southern Ecuador. *Diversity*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/D11030032>
- Cadavid-Florez, L., Laborde, J., & Mclean, D. J. (2020). Isolated trees and small woody patches greatly contribute to connectivity in highly fragmented tropical landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 196. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103745>
- Cano Contreras, E., Medinaceli, A., Sanabria Diago, O., & Argueta Villamar, A. (2015). Código de Ética para la Investigación, La Investigación-Acción y la Colaboración Etnocientífica en América Latina. Versión Uno. In *Etnobiología* (Vol. 13, Issue 4).
- Castillo-Campos, G., Dávila-Aranda, P., & Zavala-Hurtado, J. A. (2017). La selva baja caducifolia en una corriente de lava volcánica en el centro de Veracruz: lista florística de la flor vascular. *Botanical Sciences*, 80. <https://doi.org/10.17129/botsci.1747>
- Chablé-Pascual, R., Palam-López, D., Vázquez-Navarrete, C., Ruiz-Rosado, O., Mariaca-Méndez, R., & Ascensio-Rivera, J. (2015). Estructura, diversidad y uso de las especies en huertos familiares de la Chontalpa, Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2(4).
- Cirimwami, L., Doumenge, C., Kahindo, J. M., & Amani, C. (2019). The effect of elevation on species richness in tropical forests depends on the considered lifeform: results from an East African mountain forest. *Tropical Ecology*, 60(4). <https://doi.org/10.1007/s42965-019-00050-z>
- Colín, H., & Monroy, R. (2004). Formas de apropiación tradicional en el Corredor Biológico Chichinautzin, Morelos. In H. Colín Bahena & R. Monroy Martínez (Eds.), *Aportes Etnobiológicos. Red Regional de Recursos Bióticos*. (Primera edición). CIB, Facultad de Ciencias Biológicas, UAEM.
- Colín, H., Monroy, R., & Hernández, A. (2013). Huerto familiares tradicionales en los Altos de Morelos. *Inventio*, 9(17), 9–12.
- Colín, H., Hernández, A., & Monroy, R. (2012). El manejo tradicional y agroecológico en un huerto familiar de México, como ejemplo de sostenibilidad. *Etnobiología*, 10(2).

- Colín, H., Monroy, R., & Rodríguez-Chávez, J. M. (2015). Traditional management units, the base of community conservation in Morelos, Mexico. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 22(1). <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2014.10.045>
- Corella Justavino, F., Valdez Hernández, J. I., Cetina Alcalá, V. M., González Cossio, F. v., Trinidad Santos, A., & Aguirre Rivera, J. R. (2001). Estructura forestal de un bosque de mangles en el noreste del estado de Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 26(90), 73–102.
- Cuevas, M. I., & Monroy-Ortíz, R. (2017). El control tradicional de plagas: identificando los efectos de la fragmentación territorial en la agricultura. . In C. Monroy-Ortíz, R. Monroy Martínez, R. Monroy-Ortíz, & M. de L. Acosta-Urdapilleta (Eds.), *Patrimonio Biocultural amenazado en el estado de Morelos* (Primera edición, pp. 15–40). Plaza y Valdés.
- Curtis, J. T., & McIntosh, R. P. (1951). An upland forest continuum in the pariré-forest border region of Wisconsin. *Ecology*, 32(3), 476–496.
- Diario Oficial de la Federación. (1988). Decreto por el que se declara el área de protección de la Flora y Fauna silvestre, ubicada en los municipios de Huitzilac, Cuernavaca, Tepoztlán, Jiutepec, Tlalnepantla, Tlayacapan y Totolapan, Morelos. In *Diario Oficial de la Federación* (CDXXII(22)). Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos.
- Dick, W. A. (1999). Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture. *Journal of Environmental Quality*, 28(1). <https://doi.org/10.2134/jeq1999.00472425002800010046x>
- Dirzo, R.; Aguirre, A., López, J. C. (2009). Diversidad florística de las selvas húmedas en paisajes antropizados. *Investigación Ambiental*, 1(1).
- Emanuelli, P. (2010). Metodología para la medición y evaluación de la biodiversidad en inventarios forestales. *Mesa de Expertos Sobre Monitoreo Forestal. Ira Reunión En El Marco de Actividades de MRV-REDD*.
- Espinosa, D., & Ocegueda, S. (2007). Introducción. In I. Luna Vega, J. J. Morrone, & D. Espinosa (Eds.), *Biodiversidad de la faja Volcánica Transmexicana* (Primera edición, pp. 5–6). Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad.
- Estrada, A., & Coates-Estrada, R. (2001). Bat species richness in live fences and in corridors of residual rain forest vegetation at Los Tuxtlas, Mexico. *Ecography*, 24(1). <https://doi.org/10.1034/j.1600-0587.2001.240111.x>
- Flores, J. S., Tun Garrido, J., Ortiz Díaz, J. J., & Kantún Balam, J. (2010). Plantas Usadas en Cercas Vivas en la Península de Yucatán. *Emoflora Yucatanense*, fasc. 28., 146.
- Fuentealba, B. D., & Martínez-Ramos, M. (2014). Transplanting native tree seedlings to enrich tropical live fences: An ecological and socio-economic analysis. *Agroforestry Systems*, 88(2). <https://doi.org/10.1007/s10457-013-9669-y>
- García, E. (1998). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, Adaptado para las Condiciones de la República Mexicana. In *Instituto de Geografía*.
- García, J., C., Calvet-Mir, L., Domínguez, P. y Gutiérrez, J. G. (2018). Buenas prácticas de desarrollo sostenible: el huerto familiar en el Altiplano Central Mexicano. En: Mora, Julián (Ed.). *Gestión ambiental y desarrollo sustentable: experiencias comparadas*. España: Thomson Reuters Aranzadi, 129-138.
- García Flores, J. C., Gutiérrez Cedillo, J. G., & Araújo Santana, M. R. (2019). Factores sociales explicativos de la riqueza vegetal en huertos familiares: análisis de una estrategia de vida. *Sociedad y Ambiente*, 19. <https://doi.org/10.31840/sya.v0i19.1931>
- Gentry, A. H. (1982). Patterns of Neotropical Plant Species Diversity. In *Evolutionary Biology*. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-6968-8_1

- Gentry, A. H. (1988). Changes in Plant Community Diversity and Floristic Composition on Environmental and Geographical Gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 75(1). <https://doi.org/10.2307/2399464>
- Ghafari, S., Ghorbani, A., Moameri, M., Mostafazadeh, R., & Bidarlord, M. (2018). Composition and structure of species along altitude gradient in Moghan-Sabalan rangelands, Iran. *Journal of Mountain Science*, 15(6). <https://doi.org/10.1007/s11629-017-4820-2>
- Grande, D., Villanueva, G., Maldonado, N., & Hernandez, S. (2013). Las cercas vivas. In M. Maldonado (Ed.), *Los sistemas silvopastoriles en Tabasco. Una opción para desarrollar una ganadería productiva y amigable con la naturaleza* (UJAT, pp. 23–39). UJAT.
- Guerrero, J. (2020). Factores de presión a la biodiversidad. In: *La diversidad de Morelos. Estudio de estado 2: Vol. Tomo II* (CONABIO, pp. 127–131). CONABIO.
- Harvey, C. A., Villanueva, C., Villacís, J., Chacón, M., Muñoz, D., López, M., Ibrahim, M., Gómez, R., Taylor, R., Martínez, J., Navas, A., Saenz, J., Sánchez, D., Medina, A., Vilchez, S., Hernández, B., Perez, A., Ruiz, F., López, F., ... Sinclair, F. L. (2005). Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 111(1–4). <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.06.011>
- Harvey, C., Villanueva, C., Ibrahim, M., Gómez, R., López, M., Kunth, S., & Sinclair, F. (2008). Productores, árboles y producción ganadera en paisajes de América Central: implicaciones para la conservación de la biodiversidad. In C. Harvey & J. Saenz (Eds.), *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Santo Domingo de Heredia*. (Primera edición, pp. 197–224). INBIO.
- Hernández-Pérez, E., González-Espinosa, M., Trejo, I., & Bonfil, C. (2011). Distribución del género *Bursera* en el estado de Morelos, Mexico y su relación con el clima. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82(3). <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.3.694>
- Huntington, H. (2000). Using Traditional Ecological Knowledge in science: methods and applications. *Ecological Applications*, 10 (5), 1270–1274.
- Instituto Nacional de Pueblos Indígenas (INPI) (27 de septiembre 2017) Etnografía de los nahuas de Morelos. Portal único del gobierno <https://www.gob.mx/inpi/articulos/etnografia-de-los-nahuas-de-morelos>
- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. In *Oikos* (Vol. 113, Issue 2). <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>
- Kassambara, A., & Mundt, F. (2022). Factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analysis. In *CRAN- R Package*.
- Kuchler, A. W., Mueller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1976). Aims and Methods of Vegetation Ecology. *Geographical Review*, 66(1). <https://doi.org/10.2307/213332>
- Laiolo, P., & Ramón Obeso, J. (2017). Life-History Responses to the Altitudinal Gradient. In J. Catalan, J. M. Ninot, & M. M. Aniz (Eds.), *High Mountain Conservation in a Changing World* (Primera edición, pp. 253–283). Advisory Board.
- León, M. C., & Harvey, C. A. (2006). Cercas vivas y conectividad paisajística en un paisaje agrícola neotropical. *Agroforestry Systems*, 68(1), 15–26.
- Lira, R., Casas, A., Rosas-López, R., Paredes-Flores, M., Pérez-Negrón, E., Rangel-Landa, S., Solís, L., Torres, I., & Dávila, P. (2009). Traditional knowledge and useful plant richness in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Economic Botany*, 63(3). <https://doi.org/10.1007/s12231-009-9075-6>
- Manfredo, M., Teel, T. y Dietsch, A. (2016). Implications of human value shift and persistence for biodiversity conservation. *Conservation Biology*, 30, 287-296.

- Maldonado, M. N., Grande, D. J., Fuentes, E. E., Hernández, S., Pérez-Gil, F., & Gómez, A. (2008). Los sistemas silvopastoriles de la región tropical húmeda de México: El caso de Tabasco. *Zootecnia Tropical*, 26(3).
- Magurran, A.E. (2013) *Ecological Diversity and Its Measurement*. Springer, Netherlands.
- Moody, A., y R. K. Meentemeyer, (2001). Environmental factor influencing spatial pattern of shrub diversity in Chaparral, Santa Ynez Mountains, California. *J. Veg. Sci.*, 12: 41-52.
- Mollison, B. (1981). Introduction to Permaculture: Pamphlets I to XIV in the Permaculture Design Course Series. In *B.*
- Monroy-Martínez, R., Ponce-Díaz, A., Colín-Bahena, H., Monroy-Ortiz, C., & García-Flores, A. (2017). Los huertos familiares tradicionales soporte de seguridad alimentaria en comunidades campesinas del estado de Morelos, México. *Ambiente y Sostenibilidad*. <https://doi.org/10.25100/ays.v0i0.4288>
- Monroy-Ortiz, R., & Monroy, R. (2007). Saber la biodiversidad para lo urbano. Indicadores básicos. In *Escenarios de gestión del espacio urbano y regional en México* (Primera edición, pp. 189–207). Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Planeación Urbana y Regional.
- Morantes-Tolosa, J. L., & Renjifo, L. M. (2018). Cercas vivas en sistemas de producción tropicales: una revisión mundial de los usos y percepciones. *Revista de Biología Tropical*, 66(2). <https://doi.org/10.15517/rbt.v66i2.33405>
- Mostacedo Bonifacio y Fredericksen Todd S. (2000). Manual de metodos Basicos de Muestreo y Analisis en Ecologia Vegetal. *Manual de Metodos Basicos de Muestreo y Analisis En Ecologia Vegetal*.
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., Mcglinn, D., Minchin, P. R., O'hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Henry, M., Stevens, H., Szoecs, E., & Maintainer, H. W. (2022). Package “vegan” Title Community Ecology Package Version 2.5-7. *R*, 2.5(7).
- Otero, J., Suarez, L. S., Quiceno, M. P., & Cabrera, E. (2006). Characterization, use and management of life fences inmountain cattle agroecosystems in Colombia. *Lyonia*, 10 (2), 117–136.
- Palacio, F. X., Apodaca, M. J., & Crisci, J. V. (2020). Análisis multivariado para datos biológicos: teoría y su aplicación utilizando el lenguaje R. In *Data Science*.
- Pausas, J. G. y M. P. Austin, (2001). Patterns of plant species richness in relation to different environments: an appraisal. *J. Veg. Sci.*, 12: 153-166.
- Pereira, H. M., Leadley, P. W., Proença, V., Alkemade, R., Scharlemann, J. P. W., Fernandez-Manjarrés, J. F., Araújo, M. B., Balvanera, P., Biggs, R., Cheung, W. W. L., Chini, L., Cooper, H. D., Gilman, E. L., Guénette, S., Hurtt, G. C., Huntington, H. P., Mace, G. M., Oberdorff, T., Revenga, C., ... Walpole, M. (2010). Scenarios for global biodiversity in the 21st century. In *Science* (Vol. 330, Issue 6010). <https://doi.org/10.1126/science.1196624>
- Pérez, S., Ávila Quezada, G., & Coto Arbelo, O. (2019). El aguacatero (*Persea americana* Mill) Review Avocado (*Persea americana* Mill). *Cultivos Tropicales*, 36(In Line).
- Pulido-Esparza, V. A., Espejo-Serna, A., & López-Ferrari, A. R. (2009). Las monocotiledóneas nativas del Corredor Biológico Chichinautzin. *Acta Botanica Mexicana*, 86(1). <https://doi.org/10.21829/abm86.2009.1076>
- Pulido-Santacruz, P., & Renjifo, L. M. (2011). Live fences as tools for biodiversity conservation: A study case with birds and plants. *Agroforestry Systems*, 81(1). <https://doi.org/10.1007/s10457-010-9331-x>
- R Core Team. (2022). R core team (2021). In *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org>.
- Rahbek, C., (1995). The elevational gradient of species richness: a uniform pattern. *Ecography*, 18: 200-205.

- Rahbek, C., (2005). The role of spatial scale and the perception of large-scale species-richness patterns. *Ecol. Letters*, 8:224-239.
- Rendón-Sandoval, F. J., Casas, A., Moreno-Calles, A. I., Torres-García, I., & García-Frapolli, E. (2020). Traditional agroforestry systems and conservation of native plant diversity of seasonally dry tropical forests. *Sustainability (Switzerland)*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/su12114600>
- Reyes-García, V., Broesch, J., Calvet-Mir, L., Fuentes-Peláez, N., McDade, T., Parsa, Sorush; T., Susan; Huanaca, T., Leonard, W. y 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.
- Rzedowski J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México, DF.
- Richards, P. W., Tansley, A. G., & Watt, A. S. (1940). The Recording of Structure, Life Form and Flora of Tropical Forest Communities as a Basis for Their Classification. *The Journal of Ecology*, 28(1). <https://doi.org/10.2307/2256171>
- Richards, P. W., Walsh, R. P. D., Baillie, I. C., & Greg-Smith, P. (1996). The tropical rain forest: an ecological study. Second edition. In *The tropical rain forest: an ecological study. Second edition*.
- Ruiz-Mallen, I., Domínguez, P., Calvet-Mir, L., Orta-Martínez, & Reyes-García, V. (2012). Investigación aplicada en Etnoecología: experiencias de campo». *Revista de Antropología Iberoamericana*, 7 (1),9-32.
- Salas-Morales, S. H., & Williams-Linera, G. (2019). Patterns of vegetation along contrasting elevation gradients in Oaxaca and Veracruz, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90. <https://doi.org/10.22201/IB.20078706E.2019.90.3059>
- Sang, W. (2009). Plant diversity patterns and their relationships with soil and climatic factors along an altitudinal gradient in the middle Tianshan Mountain area, Xinjiang, China. *Ecological Research*, 24(2). <https://doi.org/10.1007/s11284-008-0507-z>
- Santillán-Alarcón S., Sorani V., Bonilla R., Luna-Figueroa J., & Colín, H. (2010). Escenario Geográfico. In J. R. Bonilla-Barbosa, V. M. Mora, F. J. Luna, H. Colín, & S. Santillán-Alarcón (Eds.), *Biodiversidad, Conservación y Manejo en el Corredor Biológico Chichináutzin. Condiciones Actuales y perspectivas*. (Primera edición, pp. 21–32). Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Seaby, R. M., & Henderson, P. A. (2006). *Species Diversity and Richness* (4.1.2.). Pisces Conservation.
- Sierra, J., Beltrán, L., Blancas, J., & Maldonado, B. (2020). Manejo Forestal. In C. Gómez, K. Nájera, D. López, J. Cruz, & E. Melgarejo (Eds.), *La diversidad de Morelos. Estudio de estado 2: Vol. Tomo II* (CONABIO, pp. 37–50). CONABIO.
- Slik, J. W. F.; N. Raes, A. Shin-Ichiro, F. Q Brearley, C. H. Cannon, E. Meijaard, H. Nagamasu, R. Nilus, G. Paoli, A. D. Poulsen, D. Sheil, E. Suzuki, J. L. Valkenburg, C. O. Webb, P. Wilkie y S. Wulffraat, (2009). Environmental correlates for tropical tree diversity and distribution patterns in Borneo. *Diversity and Distributions*, 15: 523-532.
- Sorani, V., & Rodríguez, G. (2020). Diversidad de regiones ecológicas. In C. Gómez, K. Nájera, D. López, J. Cruz, & E. Melgarejo (Eds.), *La diversidad de Morelos. Estudio de estado 2: Vol. Tomo I* (CONABIO, pp. 29–36). CONABIO.
- Taboada, S. M. (1981). *Aportación al conocimiento frutícola con enfoque etnobotánico y ecológico en el Estado de Morelos*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Taylor, S. J., & Bogdan, R. (1992). Introducción a los métodos cualitativos de investigación. In *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*.
- Toledo, V. (2005). La memoria tradicional: la importancia agroecológica de los saberes locales. *Leisa*, 20, 16-19.

Recibido:
5/diciembre/2022

Aceptado:
23/junio/2023

- Toledo, V. y Barrera, N. (2008). La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Barcelona: Icaria editorial. Torres
- Rivera, J. A., Flores, R. C., & Cano, D. G. (2008). Cercas de uso pecuario en la cuenca del río La Antigua, México: Inventario florístico y costo de construcción. *Zootecnia Tropical*, 26(3).
- Villanueva-López, G., Martínez-Zurimendi, P., Ramírez-Avilés, L., Casanova-Lugo, F., & Jarquín-Sánchez, A. (2014). Influence of livestock systems with live fences of *Gliricidia sepium* on several soil properties in Tabasco, Mexico. *Ciencia e Investigación Agraria*, 41(2). <https://doi.org/10.4067/s0718-16202014000200004>
- Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(3). <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>
- Villaseñor, J. L., Meave, J. A., Ortíz, E., & Ibarra-Manríquez, G. (2003). Biogeografía y conservación de los bosques tropicales húmedos de México. In J. J. Morrone & J. Llorente (Eds.), *Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía* (Primera edición, pp. 2009–2216). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Von Thaden, J., Salazar-Arteaga, H., Laborde, J., Estrada-Contreras, I., & Romero-Urbe, H. (2022). Arboreal elements of the agricultural matrix as structural connecting devices in fragmented landscapes – A case study in the Los Tuxtlas Biosphere Reserve. *Ecological Engineering*, 179. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2022.106633>
- Zamora Pedraza, G., Avendaño-Reyes, S., Coates, R., Gómez Díaz, J. A., Lascurain, M., García-Guzmán, G., & López-Acosta, J. C. (2022). Live Fences as Refuges of Wild and Useful Plant Diversity: Their Drivers and Structure in Five Elevation Contrast Sites of Veracruz, Mexico. *Tropical Conservation Science*, 15. <https://doi.org/10.1177/19400829221078489>

ANEXO 1

Instrumento guía de entrevista semiestructurada para determinar el manejo de cercos vivos

1.- Datos de identificación del informante:

Nombre:

Edad:

Ocupación:

Ubicación de la parcela:

Comunidad:

Municipio:

Fecha:

¿Cuántos años tienen de vivir en la comunidad?

¿De dónde es Originario? (migrante reciente-antiguo del estado o de otros sitios)

¿A qué se dedica?

2.- Prácticas productivas dentro de las cercas vivas

¿Cuál es su principal actividad productiva?

Agricultura ¿Qué cultiva?

Ganadería ¿De qué tipo?

Silvícola-Forestal

Otra

¿Qué plantas tiene en el cerco vivo?

¿Para qué las usa? ¿Qué parte usa?

¿Para uso familiar o comercialización?

¿Cuánto tarda en crecer?

¿Qué otros organismos viven en las plantas arbóreas?

3.- Prácticas del manejo de los cercos vivos

El cerco vivo como lo estableció ¿Estaca o plántula, tolerada?

¿En qué temporada? 79

¿Realiza podas? ¿Qué época y cuántas veces?

¿Realiza deshierbe? ¿de qué tipo? ¿Qué época y cuántas veces?

¿Realiza Fertilización? ¿Qué tipo? ¿Cuántas veces? ¿Cantidad? ¿Realiza Fumigación? ¿Qué tipo? ¿Cuántas veces? ¿Cantidad?

¿Realiza Riego? ¿Cuántas veces?

4.- cambio en el uso de suelo y el ambiente

¿En los últimos años ha notado un cambio en el uso del suelo?

¿Qué uso tenía anteriormente y por cual se cambió?

ANEXO 2

Listado florístico de las especies muestreadas como cercos vivos en el Corredor Biológico Chichinautzin, Morelos, México.

Familia	Especie	Tipo de Vegetación	Frecuencia	Comunidades	Origen Fitogeográfico	Usos	Pertenciente a vegetación nativa del Estado de Morelos
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i> L.	BTC-Transición-BPE	70%	C1, C4, C5, C6, C7, C8 y C9	Nativa de México	Al, Me, So y Co	SI
Annonaceae	<i>Annona cherimola</i> Mill.	Transición	20%	C6 Y C7	Nativa América Tropical	Al y Co	NO
Bignoniaceae	<i>Pithecoctenium crucigerum</i> (L.) A.H. Gentry	BTC	10%	C3	Nativa de México	So y Co	SI
Bignoniaceae	<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv	BTC	10%	C1	Exótica	So	NO
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Transición	10%	C7	Nativa de México	Me y Co	SI
Burseraceae	<i>Bursera schlechtendalii</i> Engl.	BTC-Transición	20%	C3 y C4	Nativa de México	So y Co	SI
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	BTC	10%	C1	Nativa de México	So y Co	SI
Burseraceae	<i>Bursera glabrifolia</i> (Kunth) Engl.	BTC	10%	C5	Endémica de México	So y Co	SI
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	BTC	20%	C3 y C5	Exótica	So y Co	NO
Convolvulaceae	<i>Ipomoea murucoides</i> Roem. & Schult.	BTC-Transición	50%	C2, C3, C4, C5 y C6	Nativa de México	Al y So	SI
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Transición-BPE	30%	C6, C9 y C10	Nativa de México	So y Co	SI
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Transición-	20%	C8 y C10	Nativa de México	So y	SI

		BPE				Co	
Euphorbiaceae	<i>Manihot foetida</i> (Kunth) Pohl	BTC	10%	C2	Nativa Mesoamérica	So	NO
Euphorbiaceae	<i>Sapium macrocarpum</i> Müll. Arg.	BTC	10%	C2	Nativa de México	In	SI
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	BTC- Transición	30%	C1, C4, Y C5	Nativa de México	Ha y So	SI
Fabaceae	<i>Erythrina americana</i> Mill.	BTC- Transición- BPE	80%	C1, C2, C3, C4, C5, C7, C8 y C9	Endémica de México	Al, Co y So	SI
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	BTC	10%	C2	Nativa de México	So	SI
Fabaceae	<i>Leucaena esculenta</i> (Moc. et Sessé ex Dc.) Benth	Transición	20%	C4 y C8	Nativa de México	Al y Co	SI
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth	BTC	20%	C1 y C2	Nativa de México	Al, Me, So y Co	SI
Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i> Née	Transición- BPE	40%	C7, C8, C9 y C10	Nativa de México	So y Co	SI
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	Transición- BPE	30%	C6, C8 y C9	Nativa de México	Al y Co	SI
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	BTC- Transición	20%	C3 y C4	Nativa de México	Al, So y Co	SI
Malvaceae	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hochr.	BTC	30%	C1, C2 y C3	Nativa de México	Al. Me y Co	SI
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	BTC	10%	C2	Nativa de México	Me	SI
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i> L.	Transición- BPE	20%	C6 y C9	Exótica	So	NO

Moraceae	<i>Ficus carica</i> L.	BTC- Transición	20%	C1 y C6	Exótica	Al	NO
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Transición	10%	C6	Nativa de México	Al, Me y Co	SI
Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh	Transición	20%	C6 y C7	Nativa de México	So, Ha y Co	SI
Papaveraceae	<i>Bocconia arborea</i> S. Watson	BTC- Transición	40%	C4, C5 y C6	Nativa de México	Me y Co	SI
Pinaceae	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	Transición- BPE	40%	C7, C8, C9 y C10	Nativa de México	So y Co	SI
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl	Transición	20%	C6 y C8	Exótica	Al, Co y Me	NO
Rosaceae	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Transición	20%	C7 y C8	Exótica	Al y Co	NO
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capuli</i> (Cav. ex Spreng.) McVaugh	Transición	20%	C5 y C8	Nativa de México	Al y Co	NO
Rutaceae	<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swingle	Transición- BPE	20%	C6 y C10	Exótica	Al, Me y Co	SI
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Transición	20%	C6 y C7	Exótica	Al y Co	NO

Nota: BTP= Bosque Tropical Caducifolio; BT=Bosque Templado. Frecuencia=Número de sitios en los que se registró la especie. El origen fitogeográfico y si pertenece a la vegetación nativa del estado de Morelos se revisó con base en la propuesta de Villaseñor (2016). Valores de uso Al: Alimentario; So: Sombra; Co: Combustible; Me: Medicina; Ha: Herramienta; In: Insecticida

