



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA INVESTIGACIÓN Y SERVICIO EN

SUELOS

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL
DESARROLLO SOSTENIBLE

**CARACTERIZACIÓN Y PAISAJE DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES
ASOCIADOS AL MANEJO DE LA PALMA TEPEJILOTE (*Chamaedorea
tepejilote*)**

T E S I S

Que como requisito parcial para obtener el grado de
**MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL
DESARROLLO SOSTENIBLE**

Presenta:

VANESSA GUERRERO HERNÁNDEZ

Bajo la supervisión de

DRA. ROSA MARÍA GARCÍA NÚÑEZ
DRA. MAITE LASCURAIN RANGEL
DR. JUAN CARLOS LÓPEZ ACOSTA
DR. JULIO CÉSAR BUENDÍA ESPINOZA



Chapingo, Estado de México, junio de 2023



APROBADA

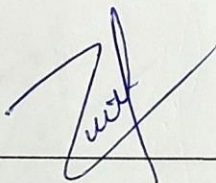


**CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES ASOCIADOS
AL MANEJO DE LA PALMA TEPEJILOTE (*Chamaedorea tepejilote*)**

Tesis realizada por Vanessa Guerrero Hernández bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRA EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO
SOSTENIBLE**

Directora: _____



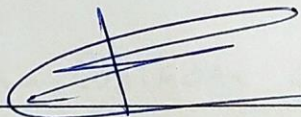
Dra. Rosa María García Núñez

Codirectora: _____



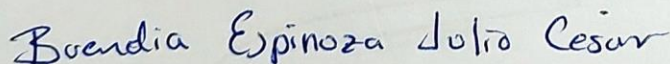
Dra. Maite Lascurain Rangel

Asesor: _____



Dr. Juan Carlos López Acosta

Asesor: _____



Dr. Julio César Buendía Espinoza

CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
DEDICATORIA	viii
AGRADECIMIENTOS	ix
DATOS BIOGRÁFICOS.....	x
RESUMEN GENERAL	xi
ABSTRACT	xii
1.....	INTRODUCCI
ÓN	13
2. OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivo general:.....	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
3. REVISIÓN DE LITERATURA.....	16
3.1. Productos forestales no maderables (PFNM).	16
3.1.2 Aprovechamiento sostenible de PFNM	17
3.2 Sistemas de manejo forestal tradicional	20
3.3. El género <i>Chamaedorea</i> y la palma tepejilote (<i>Ch. tepejilote</i>)	22
3.3.1 Nombres comunes de la palma tepejilote.....	23
3.3.2 Descripción botánica	24
3.3.3 Distribución y hábitat	25
3.3.4 Usos y propiedades nutraceuticas del tepejilote.....	25
3.3.5 Aplicación agroforestal	26
3.3.6 Mercado y comercialización	28
3.4 Transformación del paisaje y su efecto sobre el uso y manejo de un producto forestal no maderable	30
4.....	Literatura
citada	32

5.DIVERSIDAD FLORÍSTICA EN PARCELAS DE PEQUEÑA PROPIEDAD DE TEPEJILOTE (<i>Chamaedorea tepejilote</i>) EN EL CENTRO DE VERACRUZ, MÉXICO	39
5.1 Resumen	39
5.2 Abstract	39
5.3 Introducción	40
5.3.1 <i>Chamaedorea</i> (palma camedor)	41
5.3.2 <i>Chamaedorea tepejilote</i> Liebm (tepejilote)	42
5.3.4 Manejo agroforestal de <i>Chamaedorea tepejilote</i>	43
5.4 Objetivo	44
5.5 Materiales y métodos.....	44
5.5.1 Área de estudio	44
5.5.2 Entrevistas semiestructuradas	45
5.5.3 Muestreo de la vegetación	46
5.5.4 Valores de importancia de las especies vegetales	47
5.5.5 Métricas de diversidad.....	47
5.5.6 Análisis de estructura y composición.....	48
5.6 Resultados.....	48
5.6.1 Datos florísticos y sistemas de manejo del tepejilote	48
5.6.2 Prácticas de manejo y valores de importancia	52
5.6.3 Floración y corte del tepejilote	57
5.6.4 Comercio, destino, volumen, precio y unidades de medida	59
5.6.5 Análisis de diversidad.....	60
5.7 Discusión	64
5.8 Conclusiones	70
5.9 Agradecimientos	70
5.10 Referencias.....	71
6. CARACTERIZACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DEL PAISAJE ASOCIADO AL MANEJO DE <i>Chamaedorea tepejilote</i> EN LA REGIÓN CENTRO DE LAS MONTAÑAS DE VERACRUZ.....	78

6.1 Resumen	78
6.2 Abstract	78
6.3 Introducción	79
6.4.2 Clasificación del uso del suelo de los SAF con presencia de <i>Chamaedorea tepejilote</i>	83
6.4.3 Cambio en la cobertura forestal de 1993-2022.....	84
6.4.4 Métricas del paisaje	84
6.5 Resultados.....	85
6.5.1 Cambio en las coberturas.....	89
6.5.2 Métricas de paisaje	90
6.5.3 Relación entre el precio del café y porcentaje de cobertura	92
6.6 Discusión	93
6.7 Conclusiones	97
6.9 Referencias.....	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especies registradas en los cuatro sistemas de manejo del tepejilote. Las categorías son café-tepejilote (CT), tepejilotal (T), cerco vivo (CV) y jardín (J).	49
Tabla 2. Complementariedad de especies en los cuatro sistemas de manejo con respecto al estimador Chao-1, ACE y sus intervalos de confianza (CI). T = Tepejilotal; CT = Café-tepejilote; J = Jardín; CV = Cerco vivo.....	52
Tabla 3. Especies con mayor índice de valor de importancia en los sistemas de manejo agroforestal: DR = densidad relativa, DoR = dominancia relativa, FR = frecuencia relativa.	53
Tabla 4. Valores de riqueza y diversidad de especies en cada sistema de manejo. D = dominancia, H = índice de Shannon-Wiener, E = índice de equidad y J = índice de equitatividad.....	60
Tabla 5. Contrastes entre sistemas utilizando dominancia y diversidad.	61
Tabla 6. Análisis de similitudes (ANOSIM) entre los sistemas de manejo del tepejilote. Las celdas por debajo de la diagonal son los valores de R, y por arriba indican el valor de p asociado.	62
Tabla 7. Análisis de disimilitud de especies (SIMPER).	63
Tabla 8. Porcentaje de especies americanas y exóticas por sistema: Café-tepejilote (CT), tepejilotal (T), cercos vivos (CV), jardín (J).	64
Tabla 9. Sistemas de manejo de Ch. tepejilote en los municipios de Huatusco e Ixhuatlán del Café.	66
Tabla 10. Frecuencia de los sistemas de manejo dentro de cada cobertura vegetal.....	88
Tabla 11. Información sobre la cobertura vegetal del año 2022.	89
Tabla 12. Cambio en la cobertura vegetal de 1993 a 2014.....	89
Tabla 13. Métricas de diversidad de 1993 al 2022.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio.	45
Figura 2. Ubicación de los sitios de muestreo.....	47
Figura 3. Sistema agroforestal de café con tepejilote. Foto: Vanessa Guerrero	55
Figura 4. Tepejilotal, sistema de manejo agroforestal. Foto: Vanessa Guerrero	56
Figura 5. Sistema agroforestal de cerco vivo. Foto: Vanessa Guerrero.....	56
Figura 6. Jardín, sistema de manejo agroforestal. Foto: Vanessa Guerrero.....	57
Figura 7. Inflorescencia incipiente de tepejilote para consumo.	58
Figura 8. Venta de tepejilote en el mercado de Huatusco. a) y c) Inflorescencias masculinas con brácteas b) inflorescencias masculinas sin brácteas.	59
Figura 9. Escalamiento multidimensional no métrico (N-MDS) calculado con el índice de similitud Bray Curtis (Estrés de 0.1). T = tepejilotal; CT = café- tepejilote; J = jardín; CV = cerco vivo. Cada punto representa un sitio de muestro, y la distancia entre ellos	62
Figura 10. Ubicación de la zona de estudio en el municipio de Ixhuatlán del Café y Huatusco, Veracruz, México.	82
Figura 11. Frecuencia de los sistemas de manejo dentro de cada uso de suelo, en función de porcentajes. V.S = vegetación secundaria; I.F = infraestructura; usv = uso de suelo y vegetación.	88
Figura 12. Uso de suelo de 1993-2022 en los municipios de Huatusco e Ixhuatlán del Café, Veracruz.....	90
Figura 13. Relación entre el precio del café (OIC, 2020; Investing, 2023) y el porcentaje de cobertura.....	93

DEDICATORIA

A mi madre Laura Hernández Ávila por todo su esfuerzo y apoyo que siempre me ha dado, por acompañarme en cada trayectoria, cada etapa de mi vida y ser el soporte que necesito.

A mi hermana Tania Guerrero Hernández que de alguna manera logramos estar presentes en la vida de la otra, escuchar cómo vas avanzando en tu vida me da fuerza para seguir adelante.

A mis compañeros y amigos de la maestría: Gerardo, Princesa y Antonino, por todos los desvelos juntos, por las risas y los momentos que compartimos durante estos dos años. Sin duda aprendimos que la amistad puede darse a la distancia, pero se refuerza con la compañía del momento.

A todas las personas que me acompañaron en este proceso, aunque fuera por un corto tiempo, a mis amigos de toda la vida que me motivan a seguir adelante, a Ricardo Lomas Sánchez y a su familia por brindarme su apoyo y constancia durante este proceso.

A la vida, por permitirme tener esta experiencia.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT). Por la beca otorgada para dedicarme a la maestría

A los profesores de la Universidad Autónoma de Chapingo que ayudaron en mi formación y comprensión de la agroforestería

A la Dra. Maite Lascuraín Rangel, por sus enseñanzas, su apoyo para llevar a cabo el trabajo en campo y su contribución para que este trabajo saliera adelante. Fue un gusto poder conocerla, que fuera mi maestra y que pudiéramos colaborar en un trabajo juntas.

Al Dr. Juan Carlos López Acosta por sus enseñanzas, su tiempo brindado, paciencia y asesoría para poder completar la investigación y por sus aportes hacia mi formación en un área que desconocía.

A la Dra Rosa María García Núñez por estar presente en todo el proceso de elaboración de tesis, por el apoyo brindado en campo, las asesorías y revisiones realizadas durante la maestría.

Al Dr. Julio César Buendía Espinoza por contribuir a mi formación durante la maestría y sus asesorías en el trabajo de investigación.

A la Técnico Titular Citlalli Alhelí González Hernández de INECOL, por su contribución en la descripción del Área de estudio, su asesoría en la caracterización de la zona, traducción de textos y revisión gramática de la tesis.

A los productores de Huatusco e Ixhuatlán del Café que colaboraron en este proyecto, les agradezco infinitamente su tiempo brindado, compartir su conocimiento y dejarme conocer una zona muy bonita que se encuentra en Veracruz.

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos personales

Nombre: Vanessa Guerrero Hernández

Fecha de nacimiento: 22 de mayo de 1995

Lugar de nacimiento: Ciudad de México

CURP: GUHV950522MDFRRN01

Profesión: Licenciada en Biología

Cédula profesional: 12067631



Desarrollo académico

Bachillerato: Escuela Nacional Preparatoria Núm. 8 Miguel E. Schulz, Ciudad de México.

Licenciatura: Licenciatura en Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.

Posgrado: Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México.

RESUMEN GENERAL

CARACTERIZACIÓN Y PAISAJE DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES ASOCIADOS AL MANEJO DE LA PALMA TEPEJILOTE (*Chamaedorea tepejilote*)¹

La palma tepejilote (*Chamaedorea tepejilote* Liebm.) de la familia Arecaceae es un recurso forestal no maderable cuya inflorescencia es consumida y apreciada en varias regiones de México y Centroamérica. En este trabajo se caracterizaron los sistemas agroforestales en los que crece el tepejilote y el cambio del paisaje en los municipios de Huatusco e Ixhuatlán del Café, Veracruz. Los resultados se presentan en dos capítulos, en el primero se llevó a cabo la evaluación de la diversidad florística en parcelas de pequeña propiedad de tepejilote por medio de entrevistas semiestructuradas, identificándose cuatro sistemas agroforestales: café con tepejilote, tepejilotal, jardín y cerco vivo. Posteriormente se realizó un muestreo de cada sistema para obtener métricas de diversidad y análisis de la estructura y composición florística mediante el Índice de Valor de Importancia. Se registraron 90 especies, donde el tepejilote obtuvo el mayor valor de importancia seguido del café. En el segundo capítulo se presenta la cuantificación de la superficie asociada a los sistemas agroforestales para identificar patrones de cambio de uso de suelo mediante imágenes satelitales de los años de 1993, 2003, 2014 y 2022, posteriormente se realizó una clasificación de la cobertura vegetal a través del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada y se obtuvieron métricas del paisaje y diversidad para cada año de cobertura. Los resultados indican un fuerte contraste en la estructura y composición de los sistemas agroforestales. La cobertura vegetal de la zona arbolada se ha recuperado desde 1993, debido al cultivo y mercado del café, sin embargo, desde 2014 la intervención antropogénica del paisaje ha incrementado, lo que indica una mayor fragmentación, mismo que se complementa con la disminución en las métricas de diversidad.

Palabras clave: uso tradicional comestible, diversidad florística, cambio de uso del suelo y métricas del paisaje, conectividad y fragmentación.

¹ Tesis de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Chapingo

Autor: Vanessa Guerrero Hernández

Directora de tesis: Dra. Rosa María García Núñez

ABSTRACT

CHARACTERIZATION AND LANDSCAPE OF AGROFORESTRY SYSTEMS ASSOCIATED WITH THE MANAGEMENT OF TEPEJILOTE PALM (*Chamaedorea tepejilote*)¹

Tepejilote palm (*Chamaedorea tepejilote* Liebm, Arecaceae family) is a non-timber forest resource whose inflorescence is consumed and appreciated in various Mexico and Central America regions. This work characterized the agroforestry systems in which tepejilote grows and the landscape change in the municipalities of Huatusco and Ixhuatlán del Café, Veracruz. The results are presented in two chapters; in the first one, the evaluation of floristic diversity in smallholding plots of tepejilote was carried out using semi-structured interviews, identifying four agroforestry systems: coffee with tepejilote, tepejilotal, garden, and live fence. Subsequently, each system was sampled to obtain diversity metrics and a floristic structure and composition analysis with the Importance Value Index. Ninety species were recorded, where tepejilote obtained the highest importance value, followed by coffee. In the second chapter, the area associated with agroforestry systems was quantified to identify land use change patterns using satellite images from 1993, 2003, 2014, and 2022. Then, a vegetation cover classification was executed through the Normalized Difference Vegetation Index and landscape and diversity metrics were obtained for each year of coverage. The results indicate a strong contrast in the structure and composition of agroforestry systems. The vegetation cover of the wooded area has recovered since 1993 due to coffee cultivation and the market. However, since 2014 the anthropogenic intervention of the landscape has increased, which indicates a more significant fragmentation, complemented by a decrease in diversity metrics.

Key words: traditional edible use, floristic diversity, land use change, landscape metrics, connectivity, fragmentation.

¹ Thesis, Universidad Autónoma Chapingo
Author: Vanessa Guerrero Hernández
Advisor: Dra. Rosa María García Núñez

1. INTRODUCCIÓN

Las palmas del género *Chamaedorea* forman un atractivo grupo por el uso ornamental de las hojas, como plantas de interior y en floristería (Gámez et al., 2016). El género se distribuye en Centro y Sudamérica con aproximadamente 120 especies (Quero, 2004) en México se presenta el mayor número de endemismos, por lo que probablemente represente un centro de diversificación (Quero, 2004; Sánchez-Ramos et al., 2010; Musalem, 2014). México cuenta con 62 especies de *Chamaedorea* (Villaseñor, 2004), 11 de ellas se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La palma camedor es una planta herbácea que forma parte del sotobosque del bosque tropical perennifolio, bosque mesófilo de montaña y encinares, a una altitud entre los 750 y 1 800 m s. n. m., con una temperatura media anual de 22 - 28 °C (Eccardi, 2003; Granados-Sánchez et al., 2004). Su importancia también radica en que son un indicador de bosques que se encuentran relativamente bien conservados (Carrillo, 2004).

La palma camedor constituye uno de los recursos forestales no maderables más apreciados del país. Su follaje es recurrentemente usado para arreglos florales y se exporta hace más de 60 años a Estados Unidos, Europa y Japón (De los Santos et al., 2003; Eccardi, 2003; Quero, 2004). México es el principal exportador de palmas camedor y representa el 85 % del mercado internacional, proveniente de los estados de Tamaulipas, Veracruz, San Luis Potosí, Chiapas, Oaxaca, Hidalgo y Tabasco (De los Santos et al., 2003; Eccardi, 2003; CONABIO, 2010).

En el estado de Veracruz se registran 17 especies del género *Chamaedorea* que crecen en forma abundante en las localidades de Papantla, Jalapa, Misantla, Huatusco, Fortín, Córdoba, Ixtaczoquitlán, Zapoapan, Catemaco, Tepatlaxco, Tezonapa y Zentla (Quero, 1994), por lo que convierte al estado en uno de los centros con mayor diversidad de la palma camedor, comparable sólo con Chiapas y Oaxaca (Rodríguez, 1994).

El tepejilote, kohkotto o pacaya son algunos de los nombres con los que se conoce a *Chamaedorea tepejilote* en distintos estados del país. La palabra tepejilote deriva del náhuatl que significa “espiga de monte” por el parecido con las inflorescencias de maíz. En ciertas regiones de Veracruz el tepejilote se cultiva principalmente en sistemas agroforestales de café de sombra con prácticas de manejo específicas, también tiene importancia cultural y económica, ya que las hojas se venden como follaje y las inflorescencias tienen valor alimenticio, todo lo anterior sustentado en el conocimiento tradicional (Ortiz, 2011; Flores y González, 2003).

Entre los trabajos realizados sobre el manejo de la palma camedor, destaca Granados y sus colaboradores (2004) en Cuichapa, Veracruz, sobre el cultivo de tres especies en sistemas agroforestales, entre las que se encontraba *Ch. tepejilote* en asociación con algunas especies como *Croton draco*, *Cordia alliodora*, *Ceiba pentandra*, *Vochysia guatemalensis*, *Ficus* sp., *Heliocarpos donell-smithii*, *Diphysa robinoides*, *Cedrela odorata*, *Sauravia* sp., *Bursera simaruba* y *Pouteria sapota*. Los sistemas en los que encontraron tepejilote fueron el sistema agroforestal de montaña, el de lomerío y el de huerto familiar.

Dada la importancia económica, alimenticia y ornamental que representa la extracción de flores y hojas del tepejilote en Veracruz, es necesario, por una parte, caracterizar los tipos de sistemas de cultivo que realizan los productores en una región donde no se tiene registro. Por la otra, se deben identificar los cambios que están ocurriendo en el uso del suelo a través del tiempo y que pueden afectar su manejo y fuente de alimentos e ingresos económicos. La palma tepejilote debe ser parte de una gestión sostenible para la conservación de los bosques, los agroecosistemas y el bienestar de los habitantes de esta región de las montañas del centro de Veracruz.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general:

Caracterizar las prácticas de manejo, área asociada y diversidad vegetal de la palma tepejilote (*Chamaedorea tepejilote*) dentro de sistemas agroforestales, a través de instrumentos de muestreo y análisis de información para medir su importancia, como base en el aprovechamiento sostenible dentro de la región de Huatusco e Ixhuatlán del Café, Veracruz.

2.2 Objetivos específicos

1. Identificar los sistemas y prácticas de manejo utilizando instrumentos descriptivos para el registro de las formas de aprovechamiento de la palma tepejilote.
2. Cuantificar el área asociada a los sistemas agroforestales por medio de métricas básicas del paisaje para identificar patrones de conectividad y/o fragmentación entre usos de suelo a través del tiempo.
3. Caracterizar la estructura y composición florística asociada en los sistemas de aprovechamiento de la palma tepejilote, así como su valor de importancia dentro de la región.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Productos forestales no maderables (PFNM).

Los Productos Forestales No Maderables (PFNM) se refieren a los productos derivados de los recursos biológicos presentes en los bosques, excluyendo la madera en rollo (FAO, 1995). En México, según la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2014), se aprovechan más de 70.5 mil toneladas de PFNM, destacando la comercialización de tierra de monte (62%), resinas (17.4%) y plantas medicinales, hongos comestibles y arbustos (19.1%). Ayuk et al. (1999) y Dovie (2003) han propuesto una clasificación de los PFNM basada en las partes utilizadas, divididas en cuatro categorías principales: 1) frutos carnosos, nueces y aceite de semillas; 2) exudados de plantas como látex, resinas y néctar floral; 3) estructuras vegetativas como yemas apicales, bulbos, hojas, tallos, cortezas y raíces; y 4) tallos pequeños, bastones y "palos", utilizados en construcción, cercas, leña y artesanía. Cada una de estas categorías abarca numerosas especies de plantas, y cada parte presenta una diversidad de patrones de crecimiento y formas de vida que pueden responder de manera diferente al aprovechamiento (Ticktin, 2004). Estos aspectos deben ser considerados para lograr un manejo sostenible de los PFNM.

Los Productos Forestales No Maderables (PFNM) desempeñan un papel crucial en los medios de vida, incluyendo la seguridad alimentaria, la salud, el bienestar y los ingresos (FAO, 1995; Falconer, 1996). Por esta razón, a finales de los años 1980 y principios de los 1990, se planteó la investigación de cómo las zonas forestales, especialmente los bosques tropicales, podrían generar atractivo económico para las comunidades locales y así desalentar la deforestación. En 1992, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), también conocida como la "Cumbre de la Tierra", los PFNM fueron identificados como un área importante que requería una acción concertada para asegurar su potencial en el desarrollo económico, generación

de empleo e ingresos de manera sostenible (Principios Forestales, capítulo 11 de la Agenda 21, CNUMAD). Sin embargo, lograr la conservación forestal sostenible depende de la capacidad de conciliar la productividad ecológica del ecosistema con la gestión humana (Tapia y Reyes, 2008).

En consecuencia, se han llevado a cabo estudios sobre el aprovechamiento de los PFNM y la participación de organizaciones sociales rurales. Ejemplos de estos estudios incluyen la hoja de laurel (*Litsea glaucescens*), la palma camedor (*Chamaedorea* spp.) (Sánchez y Valtierra, 2003) y la vara de perilla (*Symphoricarpos microphyllus*) (Monroy et al., 2007). Estas investigaciones describen el proceso de extracción y comercialización de los recursos, así como las diferentes formas de participación de los actores sociales involucrados.

3.1.2 Aprovechamiento sostenible de PFNM

El aprovechamiento de los Productos Forestales No Maderables (PFNM) es diverso y tiene impactos en varios niveles, incluyendo el genético, los individuos, las poblaciones, las comunidades y los ecosistemas. Sin embargo, se pueden identificar dos grandes clases de impactos ecológicos derivados del aprovechamiento y manejo de estos recursos biológicos (Hall y Bawa, 1993; Peters, 1994). El primer tipo de impacto se relaciona con las especies y se refiere a los efectos sobre el tamaño de la población, la distribución y la composición genética. Estos impactos pueden surgir como resultado del aprovechamiento selectivo o de la manipulación genética deliberada de las especies. Es importante tener en cuenta que estas acciones pueden tener consecuencias significativas en la viabilidad a largo plazo de las poblaciones. El segundo tipo de impacto se centra en el ecosistema y está relacionado con las actividades de aprovechamiento y manejo, así como con las decisiones sobre el uso futuro de los bosques. Estos impactos pueden afectar la estructura y el funcionamiento del ecosistema, así como la diversidad de especies y los servicios que proporciona.

Es importante destacar que la complejidad del problema aumenta al considerar que una especie vegetal puede habitar en diferentes tipos de ecosistemas, con diversos grados de abundancia e intensidad de uso por parte de las personas. Esto subraya la necesidad de abordar el aprovechamiento de los PFNM de manera cuidadosa y considerando los contextos específicos de cada especie y ecosistema.

Zuidema (2000) plantea que, al evaluar el aprovechamiento de un producto, es necesario considerar tres niveles para determinar su sostenibilidad: el individuo, la población y el ecosistema. En el nivel del individuo, se debe evaluar si el aprovechamiento del recurso causa la muerte. En el nivel de la población, se considera que el aprovechamiento es sostenible si la población no desaparece y si la productividad, en términos de disponibilidad del recurso a lo largo del tiempo, no disminuye. En cuanto al nivel del ecosistema, se busca determinar si el aprovechamiento de los recursos no altera su funcionamiento. Por otro lado, Kusters y colaboradores (2006) proponen tres niveles para evaluar la sostenibilidad de la extracción de los PFNM. En primer lugar, se analizan las poblaciones de las especies objeto de aprovechamiento, centrándose en estudios de caso en áreas específicas. En segundo lugar, se considera el uso del suelo de los ecosistemas, haciendo referencia a la zona dentro del área de estudio donde se produce el grupo de especies de PFNM (como bosques secundarios, bosques inundables, sistemas agroforestales, bosques de tierra firme, entre otros). Por último, se examina el nivel regional del paisaje, que se refiere al área de estudio en general, compuesta típicamente por un mosaico de usos de la tierra. Estos enfoques proporcionan una estructura para evaluar la sostenibilidad del aprovechamiento de los PFNM, considerando aspectos tanto a nivel individual, de población y de ecosistema, así como a distintas escalas geográficas.

De acuerdo con Endress et al. (2004), se ha observado un aumento en los estudios sobre el aprovechamiento de las hojas de la palma camedor y su impacto en el ecosistema, incluyendo la tasa de producción de hojas y la

reducción en la producción de inflorescencias. Por otro lado, Mendoza y colaboradores (1987) descubrieron que la probabilidad de producir frutos puede aumentar o disminuir según la remoción de hojas, y señalaron que los efectos en la mortalidad y el rendimiento reproductivo pueden ser subestimados debido al efecto acumulativo del aprovechamiento.

Para respaldar esta afirmación, Endress et al. (2004) llevaron a cabo un estudio en el que evaluaron la producción de frutos después de cosechar hojas de *Chamaedorea radicalis* durante seis años, bajo diferentes intensidades de aprovechamiento. Sus resultados confirmaron las observaciones anteriores y respaldaron la noción de que el aprovechamiento de las hojas de palma camedor puede tener efectos significativos en la producción de frutos a largo plazo. Es por ello que, el entendimiento de las formas de extracción local y las prácticas de manejo en el aprovechamiento de los PFNM se encuentran muy correlacionados con el componente socioeconómico e implican entender la ecología de la planta dentro del contexto de cómo está usada localmente (Cunningham, 2001; Ticktin, 2004). En este aspecto, ha existido un interés creciente en la simulación local de estrategias de manejo para evaluar los niveles de sostenibilidad de extracción de PFNM (Ticktin et al., 2002).

A nivel de algunas técnicas de aprovechamiento y su incidencia en el impacto, los métodos silviculturales toman importancia y validez, ya que algunas prácticas de manejo, como la disminución de poblaciones densas o la siembra de semillas, pueden resultar en tasas de crecimiento de poblaciones aprovechadas que exceden a aquellas poblaciones que no lo han sido (Ticktin et al., 2002). A continuación, se presentan algunas consideraciones relacionadas con la investigación en el aprovechamiento de PFNM y sus implicaciones ecológicas, basadas en los aportes de Camacho (2008):

- Es fundamental considerar los PFNM como un sistema en el que cada componente es único, ya que depende de la variación en la historia de vida de cada especie, las partes de las plantas aprovechadas y los efectos ambientales resultantes del aprovechamiento.

- La implementación de diversas técnicas de manejo silvicultural y gestión puede resultar efectiva para reducir los impactos negativos de ciertos tipos de aprovechamiento.
- Es importante investigar y desarrollar técnicas de extracción de bajo impacto para especies que tienen potencial para la obtención de corteza, látex, resinas, gomas, entre otros productos, con el objetivo de minimizar la mortalidad de los individuos adultos.
- En casos donde la mortalidad de los adultos sea inevitable como parte del aprovechamiento, resulta vital garantizar la regeneración adecuada mediante prácticas como el enriquecimiento y la protección de plántulas, el mantenimiento de condiciones favorables para la germinación y el crecimiento. Además, es necesario considerar el establecimiento de plantaciones o cultivos mixtos a largo plazo para asegurar una producción sostenible.

3.2 Sistemas de manejo forestal tradicional

La producción sostenible de la diversidad de alimentos cultivados y recolectados sirven como redes de seguridad para las comunidades más vulnerables, contribuyen con la salud del planeta, la subsistencia y la mitigación del cambio climático (Jansen et al., 2020; Steel et al., 2022). La precisión en que interactúan los diferentes componentes de los sistemas y sus prácticas de manejo puede tener una influencia importante en la productividad de ciertos alimentos, la provisión de servicios ecosistémicos, los niveles de cooperación entre las personas y la resiliencia ante factores de estrés como el cambio climático (Timberlake et al., 2022).

Los Sistemas de Manejo Forestal Tradicional (SMFT) se refieren a un conjunto de procesos que abarcan acciones orientadas hacia la planificación, el cultivo y la conservación integral de los recursos presentes en un bosque o selva. Estos sistemas se fundamentan en un conocimiento tradicional que abarca aspectos tecnológicos, agroecológicos (Wiersum, 1997; Brondizio, 2008), forestales y

hortícolas, y se articulan en torno a los ejes ecológico, económico, social y cultural. Una característica distintiva de los SMFT es la presencia de un estrato arbustivo, herbáceo y arbóreo que mantiene la composición, la estructura y los procesos ecológicos de la vegetación nativa original. Esto se logra a través de la recolección y la protección selectiva de especies vegetales específicas (Wiersum y Gómez-González, 2000; Peters, 2000; Caballero y Cortés, 2001; Alonso et al., 2020), lo que da lugar a sistemas silvícolas in situ. Estos sistemas emplean diversas formas de manejo, como la recolección, la tolerancia, el fomento o la inducción, y la protección (Casas, 2001).

De manera genérica los SMFT se pueden clasificar como gradientes intermedios o categorías de manejo (Belcher et al., 2000; Michon, 2005; Wiersum, 1997; Wiersum y Gómez-González, 2000) que comprenden desde la recolección hasta el cultivo de especies vegetales y pueden ocurrir en una o más categorías. Así, por ejemplo, los SMFT que están vinculados a las actividades agropecuarias son denominados sistemas agrosilvopastoriles; los bosques secretos tienen la finalidad de proteger el agua o bosques, para preservar los vínculos histórico-culturales de los asentamientos humanos; los denominados enriquecidos por contener especies nativas a partir de una matriz de bosques naturales o semi conservados y, finalmente, la arboricultura mezclada como los huertos y los sistemas agroforestales (SAF) (Wiersum, 1997; Pietersen, 2018; Peters, 2000).

Según Mendieta y Rocha (2007), los Sistemas Agroforestales (SAF) pueden desempeñar un papel crucial en la conservación de la diversidad biológica en paisajes deforestados y fragmentados. Estos sistemas proporcionan hábitats y recursos para especies de animales y plantas, ayudan a mantener la conectividad del paisaje facilitando el movimiento de animales, semillas y polen. Además, contribuyen a crear condiciones de vida menos adversas para los habitantes del bosque, reducen la frecuencia e intensidad de los incendios y disminuyen los impactos colindantes sobre los fragmentos remanentes. Asimismo, los SAF pueden servir como zonas de amortiguamiento para áreas protegidas, ofreciendo una protección adicional.

La interacción entre las prácticas de manejo de especies y los ecosistemas en los Sistemas Agroforestales (SAF) genera una notable diversidad de sistemas socioculturales, ecológicos, simbólicos y económicos, que se adaptan a las características geográficas únicas en todo el mundo (Angelsen et al., 2014; Sheppard et al., 2020). Estos sistemas se encuentran en la encrucijada de las necesidades culturales y productivas de las personas, contribuyendo así a la gobernanza de sus territorios y recursos naturales (Shackleton et al., 2018).

3.3. El género *Chamaedorea* y la palma tepejilote (*Ch. tepejilote*)

Las palmas del género *Chamaedorea* (Arecaceae) constituyen un grupo muy atractivo por su uso ornamental, ya que gran parte de sus especies se emplean como plantas de interior y las hojas de algunas son comercializadas para su empleo en la floristería. El género se distribuye exclusivamente en América, es uno de los más numerosos de la familia Arecaceae y está conformado por más de un centenar de especies desde México hasta Bolivia en bosques tropicales y templados (Gámez et al., 2016). Dentro de este rango, los mayores centros de diversidad se concentran en Mesoamérica y en la región de Costa Rica-Panamá. Aun cuando se han realizado estudios detallados sobre este grupo de palmas, los recientes cambios taxonómicos, la descripción de nuevas especies, así como la carencia de información detallada sobre el género a nivel nacional, especialmente en lo que se refiere a las condiciones ambientales bajo las que se desarrollan las especies nativas, resultan ser de gran importancia, tanto para prospección de germoplasma, como para el manejo de este recurso no maderable (Gámez et al., 2016).

En general, las especies de *Chamaedorea* no sobreviven en zonas con disturbio, lo que las hace valiosas como indicadores ambientales (Zamora-Martínez et al., 2011), además constituyen una fuente de polen para los insectos, ayudan a la conservación del suelo y sirven de hábitat para diversos organismos asociados (Granados-Sánchez et al., 2004). Las hojas de varias especies de *Chamaedorea* son ampliamente utilizadas tanto nacional como internacionalmente en la elaboración de arreglos florales y usos ceremoniales, la semilla es

comercializada para su reproducción y la planta completa se vende como ornato (Zamora-Martínez et al., 2011).

En México, las hojas de *Ch. concolor*, *Ch. elegans*, *Ch. oblongata* y *Ch. quezalteca* se usan como ornato (De los Santos et al., 2003), *Ch. tepejilote*, *Ch. pinnatifrons* y *Ch. alternans*, poseen inflorescencias comestibles (Centurión-Hidalgo et al., 2011) y *Ch. neurochlamys*, *Ch. ernesti-augusti* H. Wendl. y *Ch. arenbergiana* son ceremoniales (Cortés et al., 2018). Alrededor de 19 especies endémicas de palma camedor requieren de una cubierta arbórea para sobrevivir (Gámez-Pastrana et al., 2016), por tal motivo se han incluido en la Norma Oficial Mexicana NOM-059 SEMARNAT-2010 tres en la categoría de peligro de extinción, 30 amenazadas y una en protección especial (Gámez-Pastrana et al., 2016; Eccardi, 2003).

3.3.1 Nombres comunes de la palma tepejilote

De acuerdo con Mont y sus colaboradores (1994) la palabra tepejilote proviene del náhuatl que significa “maíz de montaña” o “espiga de monte” debido al parecido de la flor inmadura con la mazorca de maíz. En México, las inflorescencias comestibles del tepejilote se conocen con varios nombres, como: tepejilote, pacaya, guaya de joma, chi ib (Chiapas), caña verde, ixquil, quib, chimp, bojon, aula-te, chemchem, ternero pacaya grande, elote de monte; gueecho guiario, yetzo-yaa (Oaxaca) (Meléndez-Guadarrama et al., 2013; Cortés et al., 2018; Mejía et al., 2018; Centurión-Hidalgo, 2011). En otros países se conoce como pacay(a) (Costa Rica, Guatemala, Honduras, Colombia); chicuilote, chimp, capuca (Guatemala); juyuk, koo boo, guarrazú (Costa Rica); Nuru (Panamá); bojón (Quetzaltenango, Guatemala); chem chem, ix quib (Alta Verapaz, Guatemala) (Meléndez-Guadarrama et al., 2013). Cabe señalar que el posible origen del nombre pacaya, como se le conoce en Guatemala, deriva del volcán del mismo nombre (Mont et al., 1994). Meléndez-Guadarrama et al. (2013) por su parte, proponen que el término pacaya es de origen quechua y la traducción entre los hablantes de lenguas mayas al español es č'ib'.

3.3.2 Descripción botánica

Villar (2020) realizó un estudio taxonómico del género *Chamaedorea* y presenta una amplia contribución a la identificación de las características de cada especie. Según este autor *Ch. tepejilote* presenta las siguientes características:

Hojas de 3 a 7; vaina 50-60 cm de largo, cerrada, verde, sin lígulas; pecíolo de 10 hasta 60 cm de largo, aplanado a ligeramente acanalado adaxialmente, liso, glabro; lámina pinnada, elíptica a oblonga en contorno, raquis de 40 a 160 cm hasta 200 cm de largo, liso, glabro, con una notoria banda abaxial amarilla extendiéndose hasta la vaina; foliolos desde 6, generalmente de 10 a 25 a cada lado del raquis, distribuidos regularmente a lo largo de éste, no en grupos, dispuestos en un solo plano, los más grandes desde 16, generalmente de 40-70 x 3.5-8.5 cm, lanceolados a oblongos, oblicuosa sigmoides, ápice acuminado, base ligeramente contraída, foliolos terminales iguales o escasamente más anchos que el resto, membranáceo-cartáceos, verdes, 5 a 10 venas primarias, carinadas adaxialmente, amarillas y redondeadas abaxialmente, muy prominentes, una secundaria entre éstas, igual que las primarias, pero menos prominente. Inflorescencias infrafoliares, solitarias, erectas a ascendentes, pedúnculo(6)10-28 cm de largo, brácteas 3 a 6, tubulares, las distales cimbitiformes, prófila 2-10cm de largo, última bráctea de mayor tamaño 14-35 cm de largo; la masculina ramificada, verde-amarilla, raquis desde 1 cm, generalmente de 7-17 cm, raquillas desde 7, generalmente de 20 a 50, desde 6 cm, generalmente de 10-20 cm de largo, péndulas; la femenina ramificada, verde en flor, color naranja a roja y péndula en fruto, raquis de 4-20 hasta 30 cm de largo, raquillas desde 5, generalmente de 10 a 25, 7-20 cm de largo, difusas a divaricadas.

Flores masculinas contiguas, ligeramente inmersas en la raquilla, sépalos connados en todo su largo en un anillo, de menos de 0.5 mm de largo, pétalos libres, 2-2.5 x 1.8-2.5 hasta 3 mm, ampliamente ovados a triangulares, amarillos, delgados, sin nervaduras prominentes, estambres 1.2-2 mm de largo, anteras iguales o ligeramente más cortas que los filamentos, pistilodio columnar, ápice

triquetro, más corto que los estambres; flores femeninas solitarias, laxas a densas, ligeramente inmersas en la raquilla, sépalos brevemente connados en la base, 0.5-1 x 4-5 mm, oblatos, pétalos libres, imbricados, 2-2.5x 3.7-5 mm, ampliamente ovados a triangulares, verdes a amarillos, ligeramente crasos, sin nervaduras prominentes, gineceo del mismo largo ligeramente mayor que los pétalos. Frutos ovoides o elipsoides a semiglobosos, 10-17 x 6-8 hasta 11 mm., negros cuando maduros, cáliz y corola persistentes.

3.3.3 Distribución y hábitat

La distribución natural del género *Chamaedorea* corresponde a las selvas altas perennifolias medianas, subperennifolias y al bosque mesófilo, forma parte del estrato herbáceo o arbustivo en ecosistemas con buen estado de conservación. Algunas especies del género *Chamaedorea* crecen en bosques de encino y de pino-encino, cerca de fuentes de agua, en lugares sin disturbios y en barrancas, dentro de lugares con suelos pedregosos. La altitud en la que prospera va desde el nivel del mar hasta por encima de los 2,000 m, aunque son más comunes entre los 750 y los 1,800 m. La mayor parte de sus poblaciones se localizan en sitios con temperaturas promedio de 22 a 28° C, precipitación media anual de 1,600 a 4,000 mm y alrededor de 50 % de luz, por lo que deben contar con la protección de un dosel (Quero, 1994; Granados et al., 2004).

El tepejilote se distribuye desde México (Chiapas, Oaxaca, Puebla, Tabasco y Veracruz) hasta Colombia en la vegetación de sotobosque del bosque tropical perennifolio, bosque tropical subcaducifolio y bosque mesófilo de montaña, entre 50 y 2,500 msnm, más frecuentemente entre 200 y 1300 msnm (Villar, 2020; Mejía et al., 2018; Mont et al., 1994) y con preferencia hacia los sitios húmedos como son las cañadas y “rejollas” (Mejía et al., 2018).

3.3.4 Usos y propiedades nutraceuticas del tepejilote

La inflorescencia del tepejilote ha sido desde hace mucho tiempo alimento tradicional de las comunidades indígenas de Mesoamérica (Zamora et al., 2011). Centurión-Hidalgo y sus colaboradores (2009) señalan que el contenido

nutrimental de las inflorescencias de *Ch. tepejilote* son: 24.19 % proteína cruda, 17.25 % cenizas, 12.16 % fibra cruda y 36.47 % hidratos de carbono. Sin embargo, estos resultados varían con los reportados por Montejos y Márquez (2012), por cada 100 gr de muestra (base húmeda), 10.95 % cenizas, 1.14 % proteínas, 5.95 % grasas, 11.81 % fibra y 62.43 % hidratos de carbono. Por otro lado, Meléndez-Guadarrama et al. (2013) encontraron que por cada 100 gr de las inflorescencias proporcionan 37 Kcal, 4.6 hidratos de carbono, 3.7 gr proteína y 0.3 gr de lípidos.

Ch. tepejilote tiene hojas muy grandes y gruesas por lo que se utiliza para los arreglos florales con fines religiosos y culturales. Las hojas se comercializan en centros de distribución que se encuentran cerca de los panteones, en los mercados que se dedican a la producción de coronas y cruces y en florerías dedicadas a la decoración de iglesias con motivo de festejos religiosos tradicionales o eventos privados como bodas, bautizos, cumpleaños y graduaciones (Pineda, 2010).

A nivel internacional la hoja de palma camedor se emplea en la elaboración de arreglos florales, y su semilla se comercializa para la producción de planta. En el ámbito nacional la hoja tiene el mismo uso e incluso para mantener frescas las verduras y frutas en los mercados; también se vende como planta de ornato para interiores o para jardinería exterior.

3.3.5 Aplicación agroforestal

En México se han llevado a cabo numerosos estudios que abordan diversas problemáticas relacionadas con el género *Chamaedorea*. En el estado de Veracruz, se destacan investigaciones enfocadas en el cultivo y manejo de diferentes especies de palma camedor. Por ejemplo, Pérez-Portilla y Geissert-Kientz (2006), Ramírez (2005) y Velázquez y Ramírez (2020) han realizado estudios en este campo. Específicamente, en la zona central de Veracruz, Granados-Sánchez y colaboradores (2004) describen las características de la vegetación en las unidades de producción agroforestal donde se encuentran

varias especies de palma camedor. Su investigación abarca los procesos de producción y comercialización en el municipio de Cuichapa, Veracruz, ubicado al sur de la ciudad de Córdoba y en las cercanías de la zona de estudio del presente trabajo. Dentro de estas especies, *Chamaedorea tepejilote*, *Chamaedorea sartorii* y *Chamaedorea elegans* son las más relevantes en términos comerciales debido a su uso como follaje verde. Los autores también mencionan tres sistemas agroforestales donde se cultiva el tepejilote:

- **Sistema Agroforestal de montaña:** Se caracteriza por presentar una gran diversidad arbórea. Verticalmente se identifican tres estratos: el primero está compuesto por árboles mayores de 20 m, tales como xochitlcuahuitl (*Cordia alliodora*), ceiba (*Ceiba pentandra*), palo de agua (*Vochysia guatemalensis*), amate (*Ficus* sp.), cosagüico (*Sideroxylon capiri*) y jonote (*Heliocarpos donnell-smithii*). El segundo está formado por árboles de entre 10 y 20 m de altura, como cuverillo (*Coccoloba barbadensis*), mameicillo (*Sauravia* sp.), siete cueros (*Ateleia pterocarpa*), sangregado (*Croton draco*) y quebracho (*Diphysa robinoides*). En el estrato inferior dominan árboles y arbustos menores de 10 m. La palma camedor (*Chamaedorea* spp.) cubre la mayor parte del dosel y en menor proporción el café (*Coffea arabica* L.) como plantas cultivadas; entre las especies silvestres que complementan este estrato se encuentran la mala mujer (*Nidoscolus* sp.), lengua de pajarito (*Gliricidia sepium*), volador (*Aspidosperma megalocarpon*) y rabo lagarto (*Zanthoxylum* sp.).
- **Sistema agroforestal de lomerío.** Este sistema presenta una combinación arbórea menos diversa que el de montaña, debido a que el aprovechamiento de la cubierta forestal maderable se ha practicado más intensivamente y durante más tiempo. En este sistema existe una mayor selección y conocimiento acerca de las plantas que se manejan, así como una sistematización de las técnicas que se utilizan en el proceso de aprovechamiento de la palma. Todo ello se manifiesta en un patrón de siembra regular y mayores posibilidades de ingresos económicos para los productores. Las plantas de café se distribuyen en forma ordenada y se

aplica un control sobre los componentes arbóreos, entre los que se encuentran algunas especies maderables de valor comercial como el cedro rojo (*Cedrela odorata*), manzanillo (*Sauravia* sp.) rabo lagarto (*Zanthoxylum* sp.), higueras (*Ficus* sp.), palo mulato (*Bursera simaruba*), además de algunos frutales como plátano (*Musa* sp.) y mamey (*Pouteria sapota*). En este sistema la palma camedor (*Ch. tepejilote*) se regenera a partir de la semilla que se produce en el sitio.

- **Sistema agroforestal de huerto familiar.** En la región de Cuichapa existen solares en los terrenos aledaños a las casas, conocidos como huertos familiares. Este sistema presenta gran cantidad de elementos arbóreos y arbustivos; desde árboles maderables como el cedro rojo (*Cedrela odorata*) y xochitlcuahuitl (*Cordia alliodora*), hasta frutales como mamey (*Mammea americana*), guanábana (*Annona muricata*), naranja (*Citrus sinensis*), limón (*Citrus aurantifolia*), plátano (*Musa paradisiaca*), coco (*Cocos nucifera*), mango (*Mangifera indica*), y especies ornamentales como yuca (*Yucca elephantiphis*) que se utiliza como cerco vivo, más una variedad de plantas medicinales, además de la palma camedor.

3.3.6 Mercado y comercialización

El comercio de la palma camedor en México se remonta a la década de 1940. La mayoría del follaje que se comercializan a nivel internacional provienen de México y Guatemala, siendo México responsable de casi 270 millones de hojas al año, lo que representa el 37 % del mercado mundial. Los principales estados productores incluyen Veracruz, Chiapas, Tamaulipas, San Luis Potosí y Oaxaca. Los países con mayor consumo de palma son Estados Unidos, Holanda y Alemania (De los Santos et al., 2003).

Al igual que ocurre con la mayoría de los productos forestales, la comercialización de la palma camedor está controlada por acopiadores locales, regionales y empresas exportadoras. Estas últimas son las que establecen los precios de compra y venta de las semillas, plantas y follaje. La unidad de medida utilizada

en el mercado se conoce como gruesa o manojo, que consiste en 12 docenas (144 piezas) de hojas o "varas", y los manojos están compuestos por 20 piezas cada uno. El precio del follaje de palma varía en función de la demanda, la especie, la calidad, el tamaño y la región de origen, lo que da lugar a muchas variaciones en el mercado (Zamora et al., 2011).

Los eventos funerarios muestran un consumo constante a lo largo del año, mientras que las fiestas privadas, especialmente las bodas, concentran sus ventas en diciembre. Las celebraciones más populares, como Semana Santa, Día de Muertos y Día de la Virgen, aumentan la demanda de flores en abril, octubre y noviembre. Por último, en lugares como el Estado de México, Guadalajara, Oaxaca, Mérida y San Cristóbal de Las Casas, donde existe una fuerte cultura religiosa, las florerías locales experimentan incrementos frecuentes en las ventas durante las festividades en honor a los santos (Pineda, 2010).

Es importante destacar que en lugares como estos (excepto en el Estado de México y Guadalajara), la cultura conservadora sigue favoreciendo la compra de arreglos florales con *Ch. tepejilote* para uso personal. Sin embargo, en sociedades más modernas como Toluca o Xalapa, solo las clases media baja y baja los consumen, principalmente debido a su mayor accesibilidad económica. Aunque ya no se utilizan como centros de mesa, los arreglos con *Ch. tepejilote* siguen siendo populares en la decoración de grandes eventos sociales debido a su tamaño, que es ideal para adornar estructuras amplias. Esta característica es una ventaja importante de la *Ch. tepejilote* y una razón clave por la cual sigue siendo muy demandada en el mercado. En consecuencia, esta especie se utiliza en una amplia variedad de decoraciones de gran cobertura, como salones, iglesias, monumentos, desfiles de carros, carnavales, entre otros (Pineda, 2010).

Según un estudio realizado por Flores y González (2003) en una comunidad de Oaxaca, cuando se cosecha una flor, su inflorescencia tiene una viabilidad de aproximadamente una semana y media. Después de este tiempo, la inflorescencia se oscurece debido a la oxidación y pierde su valor en el mercado.

Como resultado, los recolectores se ven obligados a vender las flores lo más rápido posible y, en muchos casos, a reducir su precio.

3.4 Transformación del paisaje y su efecto sobre el uso y manejo de un producto forestal no maderable

El paisaje puede ser entendido como un sistema complejo que se compone de la fisonomía del territorio y la construcción social de ese territorio en un tiempo y espacio específicos (López-Sabatel, 2008). Este sistema es un entorno ecológico abierto que sustenta el desarrollo de los organismos, incluido el ser humano. Aunque el concepto de paisaje puede variar según la disciplina, todas las definiciones reconocen que se trata de un área de superficie con una estructura específica, es así que el paisaje refleja la situación del territorio en un momento determinado y la forma en que interactúan los usuarios, los componentes ambientales y el tipo de relaciones que establecen entre ellos (García-Romero et al., 2005). Los paisajes no son simplemente la suma de los elementos ambientales, ya que están influenciados por la actividad humana, sino que la naturaleza y la cultura interactúan para producir cambios en su estructura y composición (Botequilha-Leitao et al., 2006). Por lo tanto, el paisaje es fundamental para comprender la complejidad del territorio y los recursos útiles de los que dependen sus habitantes para la subsistencia, el comercio y su cultura.

La transformación se refiere a la modificación de la estructura y las funciones del paisaje a lo largo del tiempo (Botequilha-Leitao et al., 2006). Esta transformación está relacionada con las prácticas y los usos que los habitantes realizan en el territorio, introduciendo nuevos procesos que modifican el ecosistema natural. Los procesos naturales y las perturbaciones, combinados con la forma en que los humanos utilizan la tierra, son los factores clave de la heterogeneidad espacial y temporal del paisaje (Turner, 2005). Las perturbaciones son eventos que impulsan cambios en el paisaje, pueden ser naturales como incendios o plagas, o antropogénicos como el cambio de uso del suelo. Estas perturbaciones irrumpen en el paisaje, cambian la disponibilidad de recursos y modifican el medio físico. Algunos paisajes son alterados significativamente por la intervención

humana y no muestran cambios tendenciales, presentando un predominio de algún tipo de cobertura del suelo de un momento a otro (Botequilha-Leitao, 2006).

La cobertura del suelo es crucial para evaluar la configuración del paisaje y sus componentes. Los estudios de cambio de cobertura y uso del suelo determinan porcentajes de cambio por clase de cobertura y uso, incorporan tendencias de uso y reconocen los ejes conductores de la transformación (Kamukoso et al., 2009). Esto permite comprender los orígenes de la fragmentación y analizar los cambios a lo largo de diferentes periodos históricos (Antrop, 2005).

El bosque mesófilo de montaña en México, donde por lo general se cultiva el café bajo sombra y se asocia con la palma camedor, es un ejemplo de ecosistema que ha sido altamente afectado por disturbios antropogénicos como es el caso de la deforestación, lo que ha generado una severa fragmentación y reducción de su área natural (Doumenge et al., 1995; Aldrich et al., 2000). Este cambio en el paisaje puede incrementar el efecto de borde de zonas dentro del ecosistema, generando condiciones no favorables y reduciendo el hábitat disponible para las especies de plantas nativas (Williams et al., 2002; Kattan et al., 1994, Restrepo y Gómez, 1998), llegando incluso hasta la extinción de poblaciones. Sin embargo, pequeños fragmentos de bosque pueden mantener diversas comunidades de plantas y su conservación puede ser relevante en paisajes altamente deforestados (Toledo-Aceves et al., 2014). En México, la ganadería y la agricultura son las principales causas de fragmentación forestal, por lo que las variaciones en factores socioeconómicos y de mercado van a determinar el aprovechamiento del suelo y el cambio de la cobertura (López-Acosta et al., 2018).

4. Literatura citada

- Aldrich, M.; P. Bubb; S. Hostettler y H. van de Wiel. (2000). *Bosques nublados tropicales montanos. Tiempo para la acción*. WWF International/IUCN The World Conservation Union. Cambridge. Inglaterra. 28 p.
- Alonso, L. I., León, A. C., & Gómez, M. U. (2020). Sistemas agroforestales tradicionales desde la perspectiva del "Buen Vivir". *Revista de Geografía Agrícola*, (65), 29-43.
- Angelsen, A., Jagger, P., Babigumira, R., Belcher, B., Hogarth, N. J., Bauch, S., Börner, J., Smith-Hall C., & Wunder, S. (2014). Environmental income and rural livelihoods: a global comparative analysis. *World Development*, 64(S1), S12-S28. <http://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.03.006>
- Antrop, M. (2005). Why landscapes of the past are important for the future. *Landscape and urban planning*, 70(1-2), 21-34.
- Ayuk, E. T., B. Duguma, S. Franzel, J. Kengue, M. Mollet, T. Tiki-Manga & P. Zenkeng. (1999). Uses, Management and Economic Potential of *Irvingia gabonensis* in the Humid Lowlands of Cameroon. *Forest Ecology and Management* 113: 1–9.
- Belcher, B., G. Michon, A. Angelsen, M. Ruiz-Perez y H. Asbjørnsen. (2000). Introduction. Proceedings of the Workshop: Cultivating (in) Tropical Forests? The evolution and sustainability of systems of management between extractivism and plantations. H. Asbjørnsen, A. Angelsen, B. Belcher, G. Michon, M. Ruiz-Peres, V. Priyanti Renuka (Eds.). Wijesekara. 28. June – 1. July. Kræmmervika, Lofoten, Norway. Pp. 7-40.
- Botequilha-Leitao, Miller, J., Ahren, J., & McGarigal, K. (2006). *Measuring Landscape: A planner's handbook*. Washington: Island Press.
- Brondizio, E. S. (2008). The Amazonian Caboclo and the Açaí Palm. Forest Farmers in the Global Market. *Advances in Economic Botany*, Vol. 16. The New York Botanical Garden Press, New York, United States
- Caballero, J., & Cortés, L. (2001). Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México. *Plantas, cultura y sociedad. Estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI*. Beatriz Rendon Aguilar, Silvia Rebollar Domínguez, Javier Caballero Nieto y Miguel Angel Martínez Alfaro (Editores). Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa y Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, DF, México, 79-100.

- Camacho, R. L. (2008). Productos forestales no maderables: importancia e impacto de su aprovechamiento. *Colombia forestal*, 11, 215-231 pp.
- Carrillo, T.C. (2004). Camedor palm ornamental plant, decorative leaves. En C. López, P. Shanley y A.C. Fantini (Ed.), *Riches of the forest: Fruits, remedies and handicrafts in Latin America* (pp 33-36). Desa Putra, Indonesia: CIFOR.
- Casas, A. (2001). Silvicultura y domesticación de plantas en Mesoamérica. *Plantas, cultura y sociedad. Estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI*. Beatriz Rendon Aguilar, Silvia Rebollar Domínguez, Javier Caballero Nieto y Miguel Angel Martínez Alfaro (Editores). Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa y Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, DF, México, 123-157.
- Centurión-Hidalgo, D., Alor-Chávez, M. J., Espinosa-Moreno, J., Gómez-García, E., Solano, M. L., Poot-Matu, J. E. (2009). Contenido nutricional de inflorescencias de palmas en la sierra del estado de Tabasco. *Universidad y Ciencia* 25(3):193-199.
- Centurión-Hidalgo, D., Espinosa-Moreno, J., de la Cruz-Lázaro, E., & Gómez-García, E. (2011). Contenido de fibra dietaria de inflorescencias de palmas procesadas. *Información tecnológica*, 22(3), 3-10.
- CONABIO. (2010). Metálica (*Chamaedorea metallica*). Fichas de Especies Mexicanas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México.
- Cortés, L. E. U. C., Mariaca M. R., Pérez F. M. A. (2018). Importancia y uso de las palmas entre los mayas lacandones de Nahá, Chiapas. *Etnobiología*, 16(1), 19-30.
- Cunningham, A.B. (2001) *Applied Ethnobotany: People, Wild Plant Use and Conservation*. Earthscan Publications Ltd, London and Sterling, VA
- De los Santos, E. J., López, P. J. y González, A. (2003). *Informe de Mercado de la Palma Camedor*. Grupo Mesófilo A.C.
- Doumenge, C.; D. Gilmour; M.P. Ruíz y J. Blockhus. (1995). Tropical montane cloud forests: conservation status and management issues. pp. 24-37. In: L. S. Hamilton, J.O Juvik y F.N., Scatena, eds. *Tropical Montane Cloud Forests*. Springer-Verlag, Nueva York. 407 p.
- Dovie, D. B. K. (2003). Rural Economy and Livelihoods from the Non-Timber Forest Products Trade. Compromising Sustainability in southern Africa? *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 10: 247-262.
- Eccardi, F. (2003). La palma camedora. *Biodiversitas* 8(50), 1-7.

- Endress, B. A., D. L. Gorchov & R. B. Noble. (2004). Non-Timber Forest Product Extraction: Effects of Harvest and Browsing on an Understory Palm. *Ecological Applications* 14: 1138-1153.
- Falconer, J. (1996). Developing research frames for non-timber forest products: experience from Ghana. In: M. Ruiz-Pérez y J. E. M. Arnold (Eds.) Current issues in non-timber forest products research. Centre for International Forestry Research, Bogor, Indonesia. P. 143-160.
- FAO. (1995). Memoria-Consulta de expertos sobre productos forestales no madereros para América Latina y el Caribe. Serie forestal N° 1. Dirección de Productos Forestales, Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile.
- FAO. (1995). Non-wood forest products for rural income and sustainable forestry. Non-wood forest products 7, Rome, Italy.
- Flores J. C., y González A. (2003). comercialización De Productos Forestales No Maderables: Factores De Éxito y Fracaso: Tepejilote (*Chamaedorea tepejilote*). Grupo Mesófilo.
- Gámez- Pastrana, M. García-Castillo, M, Galindo-Tovar, M. Gheno-Heredia, Y. (2016). Diversidad y distribución del género *Chamaedorea* (Arecaceae) En México. *Agroproductividad*, 9 (6), 10-19 pp.
- García-Romero, A., Mendoza-Robles, K., & Galicia, L. (2005). Valoración del paisaje de la selva baja caducifolia en la cuenca baja del río Papagayo (Guerrero), México. *Investigaciones geográficas*, (56), 77-100.
- Granados-Sánchez, D., Hernández, G. M. A., López-Ríos, G. F. y Santiago, L. M. (2004). El cultivo de palma camedor (*Chamaedorea* sp.) en sistemas agroforestales de Cuichapa, Veracruz. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 27(3), 233-241.
- Hall, P. y Bawa K. (1993). Methods to Assess the Impact of Extractions of Non-Timber Tropical Forest Products on Plant Populations. *Economic Botany* 47: 234-247.
- Hernández, L., Bautista C., Bautista, L., Sandoval, A. (2009). Producción Y Comercialización De La Palma Camedor En La Región De La Sierra Santa Marta, Veracruz; México (Tesis de Licenciatura). Universidad Veracruzana.
- Jansen, M., Guariguata, M. R., Raneri, J. E., Ickowitz, A., Chiriboga-Arroyo, F., Quaedvlieg, J., & Kettle, C. J. (2020). Food for thought: The underutilized potential of tropical tree-sourced foods for 21st century sustainable food systems. *People and Nature*, 2(4), 1006-1020.
- Kamukoso, C., Aniya, M., Adi, B., Manjoro, M. (2009). Rural sustainability under threat in Zimbabwe -Simulation of future land use/cover changes in the

- Bindura district based on the Markov- cellular automata model. *Applied Geography*, 29(3), 435-447.
- Kattan, G.H.; H. Álvarez L. y M. Giraldo. (1994). Forest fragmentation and bird extinctions: San Antonio eighty years later. *Conservation Biology* 8:138-146.
- Kusters, K., A. Ramadhani, B. Belcher & M. Ruiz-Pérez. (2006). Balancing Development and Conservation? An Assessment of Livelihood and Environmental Outcomes of Non-Timber Forest Product Trade in Asia, Africa, and Latin America. *Ecology and Society* 11 (2): 20
- López-Acosta, J. C., Zamora-Pedraza, G., Mendoza-Ramírez, E., & MacSwiney, M. C. (2018). Recuperación de la diversidad florística en plantaciones de cítricos abandonadas en el sur de Veracruz, México: implicaciones para la conservación. *Revista mexicana de biodiversidad*, 89(4), 1212-1233.
- López-Sabatel, J. (2008). Paisaje agrario y prácticas agrícolas en la ribera Sacra (Galicia) durante los siglos XIV y XV. *Anuario de estudios medievales*, 38(1), 213-234.
- Mejía L, J., Campos A. G., Rodríguez O., G, Enríquez R., López, J. (2018). Evaluación física de semillas de *Chamaedorea tepejilote* Liebm. Ex Mart. *Revista Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias*, 9(21): 1108-1118 pp.
- Meléndez-Guadarrama, L., Trabanino, F., & Caballero Roque, A. (2013). Tres perspectivas en torno al uso comestible de las inflorescencias de las palmas pacay (a) y chapay (a) en Chiapas, México: enfoques paleoetnobotánico, nutricional y lingüístico. *Estudios de cultura maya*, 41, 175-199.
- Mendieta L. M. & Rocha M. L. (2007). *Sistemas Agroforestales*. Universidad Nacional Agraria, Nicaragua.
- Mendoza, A., D. Piñero & J. Sarukhán. (1987). Effects of Experimental Defoliation on Growth, Reproduction, and Survival of *Astrocaryum mexicanum*. *Journal of Ecology* 75: 545-554.
- Michon, G. (2005). Domesticating forest. How farmers manage forest resources. Institut de Recherche pour le Développement, Center for International Forestry Research y The World Agroforestry Centre, Indonesia.
- Monroy, R., G. Castillo y H. Colín. (2007). La perlita o *perlilla* *Symphoricarpos microphyllus* H.B.K. (Caprifoliceae) especie no maderable utilizada en una comunidad del Corredor Biológico Chichinautzin. Morelos, México. *Polibotánica* 23: 23-36.
- Mont, J. J. C., Gallardo, N. R., & Johnson, D. V. (1994). The Pacaya Palm (*Chamaedorea tepejilote*; Arecaceae) and its food use in Guatemala. *Economic Botany*, 48(1), 68-75.

- Montejos, R. O. y Marquez M. R. (2012). Incorporación de la inflorescencia comestible de palma (Arecaceae: *Chamaedorea tepejilote* Liebm.) en un cereal para desayuno. *Lacandonia*, 6(1), 111-121.
- Musalem, C.N. (2014). Color Green for Dollars: Constraints and limitations for establishing *Chamaedorea* palm firms in Veracruz, Mexico.
- Ortiz, J. (2011). Diseño de sistemas agroforestales con base en el manejo tradicional de la milpa y el solar en el municipio de Jesús Carranza, Veracruz. [Tesis de Maestría]. Centro de investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana.
- Pérez, E., y Geissert D. (2006). Zonificación agroecológica de sistemas agroforestales: el caso café (*Coffea arabica* L.) - Palma Camedor (*Chamaedorea elegans* Mart.). *Interciencia*, 31(8), 556-562.
- Peters, C. M. (2000). Precolumbian Silviculture and Indigenous Management of Neotropical Forests. In *Imperfect balance. Landscape Transformations in the Pre-Columbian Americas*. David Lentz (Edited). (pp. 203-224). Columbia University Press.
- Peters, C. M. (1994). Sustainable Harvest of Non-Timber Plant Resources in Tropical Moist Forest: An Ecological Primer. *Biodiversity Support Program*. Washington. Pp. 48 <http://159.226.69.10/whoweare/sustanibility%20primer.pdf>
- Pietersen, S., López-Acosta, J. C., Gomez-Díaz, J. A., & Lascurain-Rangel, M. (2018). Floristic diversity and cultural importance in agroforestry systems on small-scale farmer's livelihoods in Central Veracruz, México. *Sustainability*, 10(1), 279.
- Pineda, M.S. (2010). Estudio de Mercado Nacional y Local de Palma Camedor, Xate y spp. Pronatura Sur A.C. 63 pp.
- Quero, H. J. (1994) Flora de Veracruz. Fascículo No 81. Palmae. Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, Veracruz, México. 118 p.
- Quero, H. J. (2004). Palmae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*.
- Ramírez, F. (2005). La palma mayán (*Chamaedorea hooperiana* Hodel): situación actual y evaluación de los efectos de la cosecha de hojas en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas, Veracruz. México, UNAM-Facultad de Ciencias Biológicas, tesis de maestría.
- Restrepo, C. y N. Gómez. (1998). Responses of understory birds to anthropogenic edges in a Neotropical montane forest. *Ecological Applications* 8:170-183.
- Rodríguez, P. V. (1994) Palma Camedor: Costos de Producción y Mercado de la Zona de Córdoba-Huatusco, Veracruz. Centro Regional Universitario de

Oriente, Universidad Autónoma Chapingo, Huatusco, Veracruz. México. pp:1-28

- Sánchez, D. y E. Valtierra. (2003). La organización social para el aprovechamiento de la palma camedor (*Chamaedorea* spp.) en la selva Lacandona, Chiapas. *Agrociencia* 37 (5): 545-552.
- Sánchez-Ramos, G., Reyes-Castillo, P., Mora, O.A. y Martínez-Ávalos, J.G. (2010). Estudio de la herbívora de la palma camedor (*Chamaedorea radicalis*) Mart., en la Sierra Madre Oriental de Tamaulipas, México. *Acta Zoológica*, 26(1), 153-172.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). (2014). *Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2013*. Semarnat.
- Shackleton, C. M., Ticktin, T., & Cunningham, A. B. (2018). Nontimber forest products as ecological and biocultural keystone species. *Ecology and Society*, 23(4).
- Sheppard, J. P., Chamberlain, J., Agúndez, D., Bhattacharya, P., Chirwa, P. W., Gontcharov, A., Sagona, W. C. J., Shen, H., Tadesse, W., & Mutke, S. (2020). Sustainable forest management beyond the timber-oriented *status quo*: transitioning to co-production of timber and non-wood forest products a global perspective. *Current Forestry Reports*, 6, 26-40.
- Steel, E. A., Bwembelo, L., Mulani, A., Siamutondo, A. L. M., Banda, P., Gumbo, D., ... & Ickowitz, A. (2022). Wild foods from forests: Quantities collected across Zambia. *People and Nature*.
- Tapia-Tapia, E. & Reyes-Chilpa, R. (2008). Productos forestales no maderables en México: Aspectos económicos para el desarrollo sustentable. *Madera y Bosques*, 14(3), 95-112 pp.
- Ticktin, T., Nantel, P., Ramírez, F. & Johns, T. (2002) Effects of variation on harvest limits for non-timber forest species in Mexico. *Conservation Biology*, 16, 691–705.
- Ticktin, T. (2004). The Ecological Implications of Harvesting Non-Timber Forest Products. *Journal of Applied Ecology* 41: 11-21.
- Timberlake, T. P., Cirtwill, A. R., Baral, S. C., Bhusal, D. R., Devkota, K., Harris-Fry, H. A., ... & Memmott, J. (2022). A network approach for managing ecosystem services and improving food and nutrition security on smallholder farms. *People and Nature*, 4(2), 563-575.
- Toledo-Aceves, T., García-Franco, J. G., Williams-Linera, G., MacMillan, K., & Gallardo-Hernández, C. (2014). Significance of remnant cloud forest fragments as reservoirs of tree and epiphytic bromeliad diversity. *Tropical Conservation Science*, 7(2), 230-243.

- Turner, M. (2005). Landscape Ecology: What is the state of the science. *Reviews in advance*, 36(3), 319-344.
- Velázquez, E., & F. Ramírez. (2020). De recolectores a cultivadores certificados: tensiones y articulaciones de saberes territoriales en la reserva de la biosfera Los Tuxtlas, Veracruz (México). *Territorios*, (42-especial), 1-24.
- Villar, M.D. (2020). Revisión taxonómica del género *Chamaedorea* Willd. (Arecaceae) en México. [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Villaseñor, J. L. (2004). Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. *Boletín de la sociedad Botánica de México*, (75).
- Wiersum, K. F. (1997). From natural forest to tree crops, co-domestication of forests and tree species, an overview. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 45(4), 425-438.
- Wiersum, K. F., & Gómez-González, I. C. (2000). Intermediate'forest types as nature-human systems: characteristics and future potential. In *International Workshop 'Cultivating (in) tropical forests, the evolution and sustainability of intermediate systems between extractivism and plantations.'* Lofoten, Norway.
- Wiersum, K.F. (1997). Indigenous exploitation and management of tropical forest resources: an evolutionary continuum in forest-people interactions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 63: 1-16.
- Williams-Linera, G. (2002). Tree species richness complementarity, disturbance and fragmentation in a Mexican tropical montane cloud forest. *Biodiversity and Conservation* 11, 1825-1843.
- Zamora-Martinez, M. C., Velasco, B. E., González, H. A., & Hernández, G. G. (2011). Modelos predictivos para la producción de productos forestales no maderables: Palma Camedor. *Manual Técnico*, (4).
- Zuidema, P. A. (2000). Demography of Exploited Tree Species in the Bolivian Amazon. Ph.D. Thesis. promab Scientific Series 2. Utrecht University. Utrecht, The Netherlands.

5. DIVERSIDAD FLORÍSTICA EN PARCELAS DE PEQUEÑA PROPIEDAD DE TEPEJILOTE (*Chamaedorea tepejilote*) EN EL CENTRO DE VERACRUZ, MÉXICO

5.1 Resumen

El tepejilote (*Chamaedorea tepejilote*) es un producto forestal no maderable cuya inflorescencia comestible se utiliza en varias regiones de México y Centroamérica. Mediante entrevistas semiestructuradas se caracterizaron cuatro sistemas de manejo agroforestal y sus prácticas donde crece el tepejilote: café con tepejilote, tepejilotal, jardín y cerco vivo. Se identificaron un total de 90 especies, 16 de las cuales son principalmente comestibles para autoconsumo y venta en los mercados regionales. El índice de valor de importancia (IVI) está dominando por el tepejilote (29.5 %), el café en segundo lugar (13.6 %) y en tercero el plátano (7.45 %). Las métricas de diversidad identificaron un fuerte contraste en la estructura y composición de los sistemas de manejo, el café con tepejilote y el jardín tienen la mayor diversidad y equitatividad mientras que el tepejilotal es un bosque de manejo enriquecido cuya equitatividad fue la menor de los sistemas con un índice de Shannon de 0.99. Los productores de pequeña propiedad del centro de Veracruz consideran que el tepejilote es de gran importancia y constituye un ingreso complementario a la economía familiar en combinación con el cultivo de café.

Palabras clave: productos forestales no maderables, flores comestibles, manejo sostenible, plantas útiles, diversidad.

5.2 Abstract

Tepejilote (*Chamaedorea tepejilote*) is a non-timber forest product whose edible inflorescence is used in several Mexico and Central America regions. Using semi-structured interviews, we characterized four agroforestry management systems and their practices where tepejilote grows: coffee with tepejilote, tepejilotal, garden, and live fence. A total of 90 species were identified, 16 of which are mainly edible for self-consumption and sale in regional markets. The importance value index (IVI) is dominated by tepejilote (29.5 %), coffee in second place (13.6 %), and plantain (7.45 %) in third place. Diversity metrics identified a strong contrast in the structure and composition of the management systems, the coffee with tepejilote and the garden have the greatest diversity and equitability while the tepejilotal is an enriched management forest whose equitability was the least of the systems with a Shannon index of 0.99. Smallholder farmers in central Veracruz consider tepejilote to be of great importance and a complementary income for the family economy in combination with coffee production.

Keywords: non-timber forest products, edible flowers, sustainable management, useful plants, diversity

5.3 Introducción

El manejo y uso de los recursos vegetales comprende prácticas dirigidas a transformar y adaptar los componentes y la funcionalidad de los ecosistemas para maximizar su acceso espacial y temporal (Casas et al., 1997; Parra et al., 2012; Blancas et al., 2013). Sin embargo, la deforestación y transformación de los ecosistemas ha producido una afectación y pérdida acelerada de los recursos forestales maderables y no maderables, con consecuencias negativas que provocan un decremento de las funciones ambientales y el conocimiento tradicional sobre las plantas asociadas a los ecosistemas forestales (Maffi, 2004; Hooper et al., 2005; Syrbe y Walz, 2012; López-Acosta et al., 2014; Caballero y Cortés, 2001). Los sistemas de manejo forestal tradicional (SMFT) son estrategias que maximizan la diversidad, oportunidades de ingresos y minimizan los riesgos, con el doble papel de las comunidades como productores de subsistencia y de mercado (Toledo et al., 2003).

Los productos forestales no maderables (PFNM) son protegidos por las personas en los SMFT y constituyen importantes bienes y servicios indispensables para la subsistencia (Blancas-Vázquez et al., 2017; Téllez-Velasco y Tejeda-Sartorius, 2017; Sheppard et al., 2020). El autoconsumo y los ingresos derivados de la venta de PFNM son provisiones esenciales, sin embargo, la actual movilidad y desarrollo socioeconómico provocan cambios en las conexiones con el bosque para quienes viven en áreas rurales (Shackleton et al., 2011; Pin y Pagdee, 2021).

Las prácticas de manejo que realizan los campesinos dentro de los SMFT se realizan para controlar, transformar o adaptar los componentes y los procesos del bosque (Blancas et al., 2013). Ejemplo de ello son actividades como sembrar, quemar, privilegiar o introducir nuevas especies (mediante el conocimiento de la talla, edad, propagación, fenología, usos, etc.), tiempo y cantidad de cosecha, podar, eliminar competidores o individuos viejos, hojarasca y exclusión de depredadores (Wiersum, 1997; Caballero y Cortés, 2001). Estas prácticas tienen la finalidad de manejar la composición y estructura de la vegetación, para

asegurar o aumentar la disponibilidad y calidad de las poblaciones de especies particulares o fenotipos individuales con las características deseables para las personas (Caballero y Cortés, 2001; Casas, 2001; Blancas et al., 2013;). Esto se maximiza en recursos que tienen importancia alimenticia a nivel local, los cuales pueden ser especies clave en los sistemas agroforestales.

Los sistemas agroforestales (SAF) preservan de forma selectiva componentes forestales, así como favorecen el manejo de elementos agrícolas y de los bosques para aumentar las interacciones ecológicas (Moreno-Calles et al., 2013). Además, lo SA constituyen una diversa y compleja estrategia de producción y manejo con una destacada historia de domesticación de especies (Moreno-Calles et al., 2013; Moreno-Calles et al., 2016); se desarrollan principalmente en pequeñas propiedades de campesinos que sustentan a más de dos mil millones de personas (83 % de la población agrícola mundial), operadas por hogares individuales —en gran parte con su propia mano de obra— y generalmente en superficies menores a dos ha (Food and Agriculture Organization [FAO], 2018; Timberlake et al., 2022). Además de una fuente directa de recursos, esos espacios se vuelven refugios de diversidad vegetal, cuya estructura y composición es dominada por especies útiles que aportan funciones ambientales (López-Acosta et al., 2014).

5.3.1 *Chamaedorea* (palma camedor)

El género *Chamaedorea* (Arecaceae) es considerado uno de los PFNM más importantes del país, posee 110 especies (Villar, 2020) que se distribuyen desde México hasta Brasil y Bolivia en el bosque tropical perennifolio, bosque tropical subcaducifolio, bosque de encino, bosque de pino-encino y bosque mesófilo de montaña. Los mayores centros de diversidad se concentran en Mesoamérica y en Costa Rica hasta Panamá (Hodel, 1992; Eccardi, 2003; Gámez-Pastrana et al., 2016; Villar, 2020). En México, algunas especies de palma camedor están “cerca de ríos y arroyos y en las barrancas, propias del sotobosque, requieren sombra, generalmente prosperan en suelos pedregosos con buen drenaje y abundante materia orgánica” (Eccardi, 2003). También se encuentran en el

bosque mesófilo en buen estado de conservación, en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 2000 m, aunque son más comunes entre los 750 y los 1800 m (Granados-Sánchez et al., 2004). La mayor parte de sus poblaciones se localizan en sitios con una temperatura promedio de 22 a 28 °C, una precipitación media anual de 1600 a 4000 mm y alrededor de 50 % de luz, por lo que deben contar con la protección de un dosel (Quero, 1994; Granados-Sánchez et al., 2004).

5.3.2 *Chamaedorea tepejilote* Liebm (tepejilote)

El tepejilote se distribuye desde México (Chiapas, Oaxaca, Puebla, Tabasco y Veracruz) hasta Colombia en la vegetación de sotobosque del bosque tropical perennifolio, bosque tropical subcaducifolio y bosque mesófilo de montaña, entre 50 y 2500 m s. n. m., más frecuentemente entre 200 y 1300 m s. n. m. (Mont et al., 1994; Mel et al., 2018; Villar, 2020). Las inflorescencias son infrafoliares, solitarias, la masculina ramificada, verde-amarilla, con un raquis de 7 a 17 cm y de 7 a 50 raquillas de 10 a 20 cm de largo; la femenina es ramificada, verde en flor, color naranja a roja y péndula en fruto, con raquis hasta 30 cm de largo y con 5 a 25 raquillas que llegan hasta 20 cm de largo (Villar, 2020). El tepejilote se “reconoce por ser de las especies del género de mayor altura, los foliolos son anchos, membranáceo-cartáceos y con las venas redondeadas y amarillas abaxialmente, también por la combinación de sus caracteres florales: pocas y grandes brácteas, flores masculinas contiguas con cáliz inconspicuo y flores (y frutos) femeninas no contiguas sobre la raquilla” (Villar, 2020).

El consumo humano de las inflorescencias del tepejilote es de origen Mesoamericano (Centurión-Hidalgo et al., 2003; Centurión-Hidalgo et al., 2011, Zamora-Martínez et al., 2011) y se cree que su recolección se practicaba desde hace más de 2000 años, de acuerdo con la evidencia lingüística (Brown, 2009; Hosni et al., 2021). Según Oyama (1990) las plantas masculinas producen más inflorescencias que las femeninas, de ahí que las masculinas jóvenes (raquis y raquillas) se consumen más como verdura y se comercializan en varios países de Centroamérica y en el sureste de México, principalmente en los estados de

Chiapas, Veracruz, Tabasco y Oaxaca (Flores, 2002; Villar, 2020; Centurión-Hidalgo et al., 2011; Hernández-Castillo et al., 2020).

5.3.4 Manejo agroforestal de *Chamaedorea tepejilote*

El tepejilote está presente en la milpa, agroecosistemas de café y huertos (Ortiz, 2011; Villavicencio, 2013). En Chiapas, por ejemplo, se han encontrado cultivos y plántulas de tepejilote en el sistema agroforestal de café, cuya sombra está representada por cacao (*Theobroma cacao*), mango (*Mangifera indica*), ramón (*Brosimum alicastrum*), chicozapote (*Manilkara zapota*) y cacaté (*Oecopetalum mexicanum*) (Meléndez-Guadarrama et al., 2013). Blancas et al. (2013) encontraron en el Valle de Tehuacán, Puebla, que el tepejilote es trasplantado de su ambiente natural a campos de cultivo o huertos familiares, sus semillas son esparcidas dentro de plantaciones de café y maíz, además señalan que la intensidad del manejo está relacionada con la economía, la importancia cultural y la facilidad de propagación, así mismo, el manejo es una respuesta asociada a la seguridad alimentaria. En el municipio de Cuichapa, Veracruz, Granados-Sánchez et al. (2004) mencionan que el tepejilote se encuentra en el sistema agroforestal de montaña con diferentes condiciones de sombra en sitios bien drenados, esto refleja su mayor distribución y abundancia; el sistema agroforestal de lomerío se regenera a partir de semilla; la densidad se regula mediante aclareos dejando un patrón regular de distribución en el sistema agroforestal de huerto familiar. Según los autores, entre la diversidad arbórea de los tres sistemas destacan las siguientes especies: cedro rojo (*Cedrela odorata*), café (*Coffea arabica*), higuera o amate (*Ficus* sp.), palo mulato (*Bursera simaruba*), mamey (*Pouteria sapota*), xochitlcuahuitl (*Cordia alliodora*), ceiba (*Ceiba pentandra*), palo de agua (*Vochysia guatemalensis*), guanábana (*Annona muricata*), naranja (*Citrus sinensis*) y limón (*Citrus aurantifolia*).

Bajo esta perspectiva es necesario describir las prácticas de manejo de especies de interés local, cuya gestión apunta a la intervención en el ecosistema forestal para favorecer especies particulares (López-Acosta et al., 2014) y pueden revelar

información importante para comprender la estructura de la vegetación, el manejo (Hurtado-Reveles et al., 2021) y sus consecuencias.

5.4 Objetivo

Caracterizar los tipos de sistemas y prácticas de manejo de la palma de tepejilote cuya inflorescencia comestible es aprovechada por los habitantes del centro de Veracruz, México, así como determinar la diversidad, estructura y composición florística asociada a los sistemas que contienen a la palma.

5.5 Materiales y métodos

5.5.1 Área de estudio

Se delimitó una microcuenca a partir de la corriente principal del río Jamapa entre los municipios de Huatusco e Ixhuatlán del Café (Figura 1) (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi], 2020), en un rango altitudinal entre los 1021 y 1341 m en la región centro de Veracruz, provincia de Chiconquiaco (Cervantes-Zamora et al., 1990), y se encuentra catalogada como proveedora de servicios ambientales hidrológicos y de conservación de la biodiversidad (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [Conabio], 2014). El área pertenece a tres ecorregiones (nivel 4): lomeríos del norte de Veracruz con selva mediana y alta perennifolia, sierra con bosque mesófilo de montaña del Sistema Neovolcánico Transversal y bosque mesófilo de montaña del norte de Oaxaca (Inegi-Conabio-Instituto Nacional de Ecología [INE], 2008). Los climas presentes de la zona son (A)C(m)(f), semicálido húmedo con temperatura media anual mayor de 18 °C, con una precipitación en el mes más seco mayor de 40 mm y (A)C(m) con lluvias de verano y una precipitación anual mayor de 500 mm (García y Conabio, 1998). Los principales tipos de suelo de la zona son el andosol húmico (Th), acrisol órtico (Ao) y litosol (I) (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias [Inifap]- Conabio, 1995).

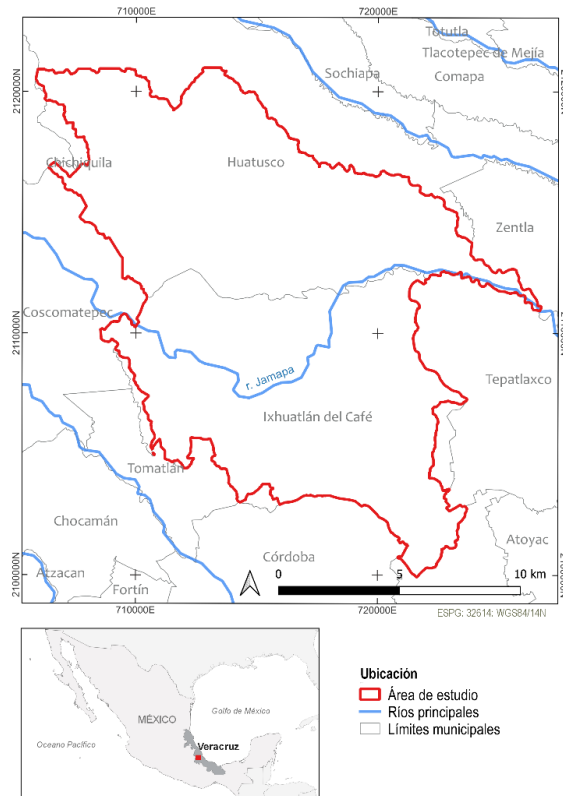


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio.

El área comprende 13 localidades, principalmente rurales —con excepción de Ixhuatlán del Café—, siete pertenecientes a los municipios de Huatusco (Ixpila, Mesa del Rancho, Tlamatoca, Michapa, Rincón Ramírez, Carrizal y Cinco de Mayo) y seis a Ixhuatlán del Café (Ixhuatlán del Café, Ocotitlán, Tlamatoca Potrerillo, Presidio, Nevería y San Francisco Aviadero) (Inegi, 2019). La población total, considerando las localidades de ambos municipios, es de 21,105 habitantes (51 % mujeres y 49 % hombres), la tenencia de la tierra predominante es la parcela en pequeña propiedad (Registro Agrario Nacional [RAN] , 2022).

5.5.2 Entrevistas semiestructuradas

Previo al estudio de campo y la aplicación de entrevistas, se explicaron los objetivos del estudio y se solicitó permiso de manera libre, voluntaria y confidencial, así como el acceso a su parcela y disponibilidad de las personas, siguiendo los protocolos del código de ética (International Society of Ethnobiology [ISE], 2006). Se utilizó un cuestionario semiestructurado con los siguientes

temas: sistemas y prácticas de manejo relacionados con el cultivo del tepejilote, período y procedimiento de corte de la inflorescencia, cantidad recolectada, almacenamiento y venta (precios y unidades de medida). Se utilizó la técnica no probabilística de bola de nieve (Bernard, 2006; Salamanca y Martín-Crespo, 2007), la cual consiste en que cada entrevistado remite a otras personas que cultivan o comercializan el tepejilote en la región. Se hicieron 21 entrevistas (10 mujeres y 11 hombres entre 34 a 87 años) de octubre de 2021 a marzo de 2022, dos en el mercado de Coscomatepec y 19 en las siguientes localidades: Capulapa, El Rincón Ramírez, Ixpila, Michapa y Tlamatoca (municipio de Huatusco); Ixhuatlán del Café, Ocotitlán y Presidio (municipio de Ixhuatlán del Café). Como resultado de las entrevistas y visitas a las parcelas, se identificaron cuatro sistemas de manejo: café-tepejilote, tepejilotal, cercos vivos y jardines.

5.5.3 Muestreo de la vegetación

Para determinar la composición, riqueza y diversidad de la vegetación presente, se establecieron 15 transectos de 50×2 m (100 m^2) en cada sistema de manejo, con un total de 60 en 0.6 ha y 0.15 ha por sistema. El criterio de selección para definir el transecto fue que hubiera presencia de tepejilote y evitar que se traslaparan entre sí. Se muestrearon e identificaron las especies leñosas con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a un cm (modificado de Gentry, 1982; Gentry, 1988). Todos los nombres de las plantas y los autores fueron verificados en la base de datos de Tropicos.org. (Missouri Botanical Garden), International Plant Names Index, así como literatura relevante en floras, registros en los herbarios y consulta con especialistas en la flora de la región de estudio.

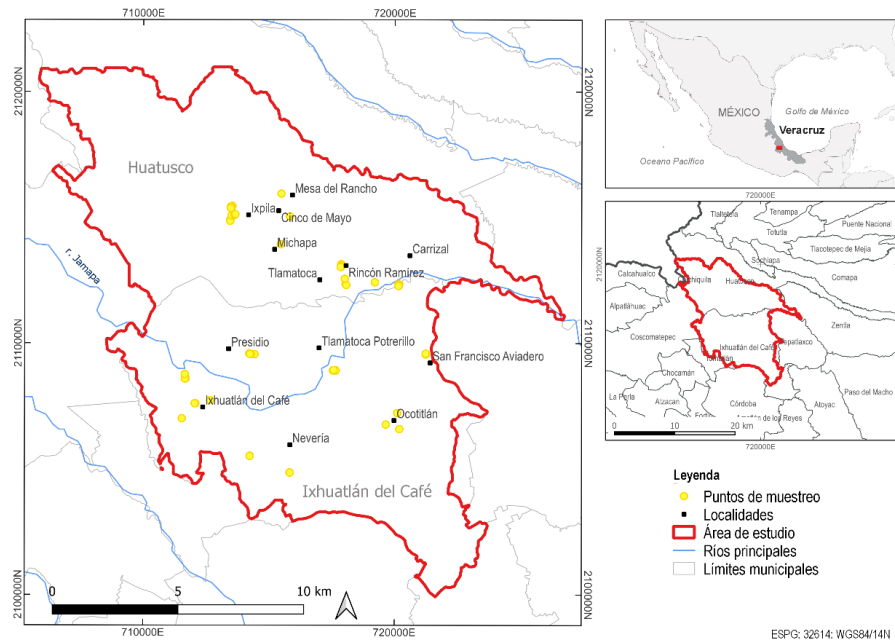


Figura 2. Ubicación de los sitios de muestreo.

5.5.4 Valores de importancia de las especies vegetales

Para obtener el Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies vegetales leñosas asociadas, se determinó la densidad (D) entendida como el número de individuos/1000 m²; dominancia (Do), área basal del total de individuos y frecuencia (F) y número de registros de la especie en la unidad muestral. Se calcularon los valores relativos (R) de cada parámetro (D, Do y F) mediante la siguiente fórmula: $IVI = DR + FR + DoR$ (Lamprecht, 1990), el IVI fue relativizado al 100 %. Los entrevistados proporcionaron, en su mayoría, los nombres locales y usos de las especies vegetales registradas.

5.5.5 Métricas de diversidad

Se realizaron análisis de completitud basados en los estimadores no paramétricos Chao 1 y ACE que utilizan datos de abundancia de las especies y estiman el número aproximado de especies que se podrían encontrar en la muestra (Colwell y Coddington, 1994; Escalante, 2003; Muñoz-Jiménez et al., 2019). Se seleccionaron las métricas de diversidad asociadas de riqueza y equidad, así como contrastes de esos valores entre sistemas utilizando el

programa Past 4.10. Para cada sistema de manejo se calculó la diversidad de especies mediante el índice de Shannon-Wiener con el número de individuos/especies registrados de cada muestra.

Se estimó el número efectivo de especies (también llamado números de Hill) que muestra el grado de distribución de las abundancias relativas entre las especies y permiten realizar comparaciones entre índices de diversidad, debido a las transformaciones matemáticas sobre los índices originales de Simpson y Shannon (Hill, 1973; Zamora et al., 2022), que usan el orden q^2 = índice inverso Simpson, a través del programa SpadeR (Chao et al., 2015).

5.5.6 Análisis de estructura y composición

Con la finalidad de caracterizar si la composición vegetal era diferente entre los sistemas de manejo del tepejilote, se utilizó un modelo multidimensional no Métrico por medio del análisis de escala (N-MDS), que crea una representación espacial a partir de similitudes entre grupos y un análisis de similitud (ANOSIM) para definir diferencias significativas en términos de composición (Clarke, 1993; Lugo et al., 2013; Hurtado-Reveles et al., 2021). Finalmente, se utilizó un análisis SIMPER (Porcentajes de similitud) para identificar cuáles especies contribuyen a la disimilitud entre los sistemas de manejo, mediante el coeficiente de Bray-Curtis (Clark y Warwick, 2001; Hurtado-Reveles et al., 2021) con el programa Past 4.10.

5.6 Resultados

5.6.1 Datos florísticos y sistemas de manejo del tepejilote

Se muestrearon 27 parcelas de tepejilote en los municipios de Huatusco e Ixhuatlán del Café; de tal forma, se registraron 4296 individuos que corresponden a 41 familias agrupadas en 67 géneros y 90 especies en los cuatro sistemas de manejo identificados a partir de las entrevistas y recorridos en campo: café con tepejilote, tepejilotal, cerco vivo y jardín (término local utilizado para el traspatio o huerto, por lo general se encuentran en la parte de atrás de las casas). Entre las familias que destacan, por el mayor número de especies, están las siguientes:

Fabaceae (9), Lauraceae (5) y Myrtaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Urticaceae, Malvaceae y Arecaceae (4 cada una) (Tabla 1).

Tabla 1. Especies registradas en los cuatro sistemas de manejo del tepejilote. Las categorías son café-tepejilote (CT), tepejilotal (T), cerco vivo (CV) y jardín (J).

Taxón	Familia	Nombre común	Sistemas de manejo			
			CT	T	CV	J
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	Arecaceae	Coyol	X			
<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	Euphorbiaceae	Sopa de pan	X	X		X
<i>Annona</i> sp.	Annonaceae	Chirimoya	X	X		
<i>Ardisia compressa</i> Kunth	Primulaceae					X
<i>Bocconia frutescens</i> L.	Papaveraceae		X			
<i>Boehmeria caudata</i> Sw.	Urticaceae	Mal hombre	X		X	
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Burseraceae	Palo mulato	X		X	X
<i>Callistemon citrinus</i> (Curtis) Skeels	Myrtaceae	Peinecillo			X	
<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	Papaya				X
<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	Urticaceae	Guarumo	X	X		
<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	Cedro rojo	X			X
<i>Cestrum nocturnum</i> L.	Solanaceae	Huele de noche	X		X	
<i>Chamaedorea elegans</i> Mart.	Arecaceae	Camedor	X	X		X
<i>Chamaedorea tepejilote</i> Liebm.	Arecaceae	Tepejilote	X	X	X	X
<i>Citrus aurantium</i> L.	Rutaceae	Naranja agria	X	X		
<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	Rutaceae	Limón		X	X	X
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Rutaceae	Naranja dulce	X	X	X	X
<i>Clethra</i> sp.	Clethraceae	Marangola				X
<i>Coccoloba pubescens</i> L.	Polygonaceae	Comalillo				X
<i>Coffea arabica</i> L.	Rubiaceae	Café	X	X	X	X
<i>Cojoba arborea</i> (L.) Britton & Rose	Fabaceae			X		
<i>Cornutia pyramidata</i> L.	Lamiaceae			X		
<i>Cupania dentata</i> DC.	Sapindaceae	Pata de cabra, burritas	X	X		
<i>Damburneya maritima</i> Raf.	Lauraceae	Aguacatillo	X			

<i>Diospyros nigra</i> Blanco	Ebenaceae	Zapote negro	X				
<i>Diphysa americana</i> (Mill.) M. Sousa	Fabaceae	Quebracho	X				
<i>Dracaena fragrans</i> (L.) Ker Gawl.	Asparagaceae	Palo brasil, brasilillo			X		
<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Oleaceae	Fresno					X
<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn. Ex R. Br.	Proteaceae	Roble australiano	X				
<i>Guarea glabra</i> Vahl	Meliaceae				X		
<i>Hamelia patens</i> Jacq.	Rubiaceae		X		X		
<i>Hampea integerrima</i> Schtdl.	Malvaceae				X		
<i>Heliocarpus</i> aff. <i>donnellsmithii</i> Rose	Malvaceae	Jonote	X		X		
<i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.	Malvaceae	Jonote				X	X
<i>Hibiscus archeri</i> W. Watson	Malvaceae	Tulipan			X		
<i>Inga</i> aff. <i>laurina</i> (Sw.) Willd.	Fabaceae	Vainillo	X		X		
<i>Inga jinicuil</i> G. Don	Fabaceae	Jinicuil	X		X		X
<i>Inga paterno</i> Harms	Fabaceae	Pampano	X				X
<i>Inga pavoniana</i> G. Don	Fabaceae		X		X		X
<i>Inga vera</i> Willd.	Fabaceae	Vainillo	X		X	X	X
<i>Jatropha curcas</i> L.	Euphorbiaceae	Piñón					X
<i>Juglans olanchana</i> Standl. & L. O. Williams	Juglandaceae	Nogal	X		X		
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Fabaceae	Guaje			X	X	X
<i>Lippia myriocephala</i> Schtdl. & Cham.	Verbenaceae	Flor de mayo, palo gusano			X		
<i>Lippia umbellata</i> Cav.	Verbenaceae	Gusanillo	X				
<i>Macadamia tetraphylla</i> L.	Proteaceae	Macadamia	X				X
<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	Mango	X		X		X
<i>Miconia</i> sp.	Melastomataceae				X		
<i>Musa paradisiaca</i> L.	Musaceae	Plátano	X		X	X	X
<i>Myriocarpa longipes</i> Liebm.	Urticaceae				X		
<i>Ocotea</i> sp.	Lauraceae						X
<i>Oreopanax echinops</i> Schtdl. & Cham.) Decne & Planch.	Araliaceae	Macuilillo	X		X		X
<i>Passiflora edulis</i> Sims	Passifloraceae	Maracuyá					X
<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae	Aguacate	X		X	X	X

<i>Persea schiedeana</i> Nees	Lauraceae	Chinene	X	X	X	X
<i>Pimenta dioca</i> (L.) Merr	Myrtaceae	Pimienta	X	X		X
<i>Piper amalago</i> L.	Piperaceae		X	X		
<i>Piper auritum</i> Kunth	Piperaceae	acuyo			X	X
<i>Piper</i> sp.	Piperaceae			X		
<i>Plumeria</i> sp.	Apocynaceae			X		
<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H. E. Moore & Stearn	Sapotaceae	Mamey	X			X
<i>Prunus lundelliana</i> Standl.	Rosaceae			X		
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Rosaceae	Durazno	X			X
<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	Guayaba	X			X
<i>Psychotria trichotoma</i> M. Martens & Galeotti	Rubiaceae			X		
<i>Quercus lancifolia</i> Schtdl. & Cham.	Fagaceae	Encino				X
<i>Quercus oleoides</i> Schtdl. & Cham.	Fagaceae	Encino				X
<i>Quercus polymorpha</i> Schltdl. & Cham.	Fagaceae	Encino negro		X		
<i>Randia monantha</i> Benth.	Rubiaceae	Crucetillo				X
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S. F. Blake	Fabaceae	Orijuelo				X
<i>Sideroxylon contrerasii</i> (Lundell) T.D. Penn.	Sapotaceae	Tempizque		X		
Sin determinar				X		
Sin determinar	Acanthaceae		X			
Sin determinar				X		
Sin determinar				X		
Sin determinar	Solanaceae			X		
Sin determinar	Lauraceae			X		
Sin determinar	Arecaceae	Palma			X	
<i>Solanum betaceum</i> Cav.	Solanaceae	Berenjena		X		X
<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	Bignoniaceae	Tulipán africano			X	
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Myrtaceae	Poma rosa		X		X
<i>Tapirira mexicana</i> Marchand	Anacardiaceae	Cacao	X	X		
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Cannabaceae	Izpepe		X		X
<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	Meliaceae		X			
<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. & ex Griseb.	Urticaceae					X
<i>Vasconcellea cauliflora</i> (Jacq.) A. DC.	Caricaceae	Chichihua	X	X		
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	Hypericaceae	Guacalillo	X			
<i>Yucca gigantea</i> Lem.	Asparagaceae	Izote	X	X	X	X

<i>Zanthoxylum melanostictum</i> Schltdl. & Cham.	Rutaceae	X
<i>Zinowiewia integerrima</i> (Turcz.) Turcz.	Celastraceae	X

Con la finalidad de determinar la completitud del muestreo el estimador de Chao-1, se tuvieron 148 especies con un intervalo de confianza de 85-127, teniendo un déficit de 39 %. El estimador ACE registró 117 especies con un intervalo de confianza de 102-122 y un déficit de 23 % (Tabla 2).

Tabla 2. Complementariedad de especies en los cuatro sistemas de manejo con respecto al estimador Chao-1, ACE y sus intervalos de confianza (CI). T = Tepejilotal; CT = Café-tepejilote; J = Jardín; CV = Cerco vivo.

Sistema	Estimador				Estimador		
	Especies observadas	95 % CI (Límite inferior)	Chao-1/ déficit (%)	95 % CI (Límite superior)	95 % CI (Límite inferior)	ACE/ déficit (%)	95 % CI (Límite superior)
T	53	53	67 (21 %)	82	56	69 (23 %)	81
CT	45	70	87 (48 %)	80	64	80 (44 %)	95
J	43	48	64 (33 %)	80	51	67 (36 %)	83
CV	20	15	24 (17 %)	33	22	31 (35 %)	39

5.6.2 Prácticas de manejo y valores de importancia

El total de las entrevistas a los dueños de las parcelas de tepejilote mostró que sus terrenos son privados y heredados por sus familias, 43 % dijo que tiene entre 20 a 50 años de trabajar la parcela con tepejilote, 38 % más de 50 y 19 % entre uno a 19; el tamaño varía de acuerdo con el tipo de sistema. El 80 % del IVI está representado por 16 especies (Tabla 3), donde destaca el tepejilote con 29.52 % debido a su alta densidad, dominancia y frecuencia dentro de los sistemas de manejo identificados. En segundo lugar, el café (13.68 %) presenta una alta densidad debido a la vocación cafetalera de exportación y consumo nacional. El

café frecuentemente se asocia con plátano y árboles frutales que proporcionan sombra, como aguacate, naranja y mango, lo que contribuye a diversificar los productos para venta y autoconsumo.

Tabla 3. Especies con mayor índice de valor de importancia en los sistemas de manejo agroforestal: DR = densidad relativa, DoR = dominancia relativa, FR = frecuencia relativa.

Especies	DR	DoR	FR	IVI
<i>Chamaedorea tepejilote</i>	63.03	12.17	13.37	29.52
<i>Coffea arabica</i>	22.35	6.57	12.13	13.68
<i>Musa paradisiaca</i>	4.31	10.61	7.43	7.45
<i>Persea americana</i>	0.98	9.86	6.93	5.92
<i>Citrus sinensis</i>	1.12	4.83	6.68	4.21
<i>Mangifera indica</i>	0.14	8.22	1.49	3.28
<i>Cedrela odorata</i>	0.14	6.15	0.74	2.35
<i>Heliocarpus aff. donnellsmithii</i>	0.33	4.68	1.73	2.25
<i>Yucca gigantea</i>	0.49	4.21	1.73	2.14
<i>Inga vera</i>	0.30	3.08	2.23	1.87
<i>Tapirira mexicana</i>	0.12	3.79	1.24	1.71
<i>Persea schiedeana</i>	0.19	2.38	1.98	1.52
<i>Inga pavoniana</i>	0.28	1.37	2.23	1.29
<i>Inga jinicuil</i>	0.19	1.21	1.98	1.13
<i>Juglans olanchana</i>	0.21	1.55	0.99	0.92
<i>Trema micrantha</i>	0.12	1.22	0.99	0.78
Otras especies (74)	5.7	18.10	36.13	19.99

Los cuatro sistemas agroforestales identificados y el IVI de las especies presentes en cada uno de ellos se describen a continuación.

Café con tepejilote. El tamaño aproximado de las parcelas es de una a dos ha. Los entrevistados mencionaron que hay tres tipos de cultivos de café de sombra con tepejilote: de montaña a 1300 m s. n. m., barranca de 800 a 1000 m s. n. m. y sitios planos de 1000 a 1100 m s. n. m.. La siembra de café en este sistema se hace mediante surcos siguiendo el marco real o cuadrado con una distancia de 1.5 a 2 m entre ellos y en medio se siembra un individuo de tepejilote. Otra forma que practican los dueños es dejar el tepejilote a 40 cm de distancia entre cada planta de café, para evitar que las raíces consuman nutrientes y espacio, además, eliminan las hojas grandes que provocan sombra a las plantas de café.

Las inflorescencias que no fueron cortadas por olvido de los productores desarrollan semillas que naturalmente se dispersan y las plántulas pueden ser trasplantadas o eliminadas. Este sistema es más riguroso en el manejo del tepejilote, ya que constantemente las plantas se podan o eliminan para evitar que compitan con el café. Las plantas de tepejilote de entre 10 y 12 años se sustituyen, debido a que el sabor de la inflorescencia no es el mismo y pierde calidad, afirman los productores.

A las plantas de tepejilote se suele añadir sámago (tierra compuesta por las hojas caídas de los árboles) o pulpa de café, aunque los productores dicen que también se beneficia de la fertilización de café que incluye una mezcla 20-10-10 de urea, sulfato de amonio, gallinaza y cal; se aplican 100 gr o un puño a cada planta de café una o dos veces al año. Los árboles dentro de este sistema se encuentran espaciados y los dueños controlan su crecimiento mediante chapeos y podas. En general los productores retiran las plántulas de diversas especies que pueden competir con el café.

En este sistema (Figura 3) se registraron 45 especies, de las cuales 80 % del IVI está representado por *Coffea arabica* (20.5 %), *Chamaedorea tepejilote* (17 %), *Musa paradisiaca* (11 %), *Persea americana* (7.3 %), *Cedrela odorata* (5.4 %), *Mangifera indica* (5.2 %), *Yucca gigantea* (3.6 %), *Citrus sinensis* (3.5 %), *Inga pavoniana* (2.9 %), *Tapirira mexicana* (2.6 %) e *Inga jinicuil* (1.8 %).



Figura 3. Sistema agroforestal de café con tepalote. Foto: Vanessa Guerrero

Tepalotal. El tamaño de las parcelas muestreadas oscila entre 2500 m² a una ha, posee alta dominancia, frecuencia y densidad de plantas de tepalote con árboles de sombra dispersos, sin estrato herbáceo. El tepalotal crece en un ambiente húmedo (en promedio la precipitación es de 1900 mm) a una altitud de 1180-1400 m en terrenos planos y en las barrancas a 800-1150 m. Según los entrevistados, se podan únicamente los árboles de sombra cuyos retoños son abundantes, como el aguacate y la naranja.

Las personas realizan chapeos para remover individuos jóvenes de tepalote que nacen aglutinados entre sí y hierbas no deseadas; las hojas son eliminadas cuando se corta la inflorescencia para estimular el crecimiento de la nueva hoja. En el tepalotal las plantas de tepalote más viejas pueden tener más de 15 años, se mantienen solo para obtener semilla. En este sistema de manejo, la sombra es importante para cuidar el buen desarrollo y apariencia del tepalote, el sol directo mancha la hoja y no puede ser utilizada con fines de ornato. Los entrevistados dijeron que no hay fertilización del suelo y los restos de podas o aclareos se dejan como abono, también se incorpora sámago.

En este sistema (Figura 4) se registraron 51 especies, de las cuales 80 % del IVI está representado por *Chamaedorea tepalote* (36.4 %), *Coffea arabica* (9.8 %), *Persea americana* (6.7 %), *Heliocarpus aff. donnellsmithii* (6.1 %), *Citrus sinensis* (4.6 %), *Persea schiedeana* (3.4 %), *Tapirira mexicana* (2.4 %), *Mangifera indica* (2.3 %), *Musa paradisiaca* (2.2 %), *Juglans olanchana* (2.2 %), *Inga vera* (1.6 %), *Trema micrantha* (1.3 %) e *Inga jinicuil* (1.3 %).



Figura 4. Tepejilotal, sistema de manejo agroforestal. Foto: Vanessa Guerrero

Cerco vivo. Se conforma por líneas de tepejilote de 25 m de largo, en promedio, posee grandes raíces que sirven de sostén en terrenos inclinados o suelos poco compactos, también son utilizados como división de propiedades.

Los entrevistados mencionaron que en los cercos vivos de tepejilote únicamente realizan podas para controlar el tamaño de las hojas y de la planta, en general, se trasplantan o eliminan los retoños. En el cerco vivo, el tepejilote tiene poca sombra y puede crecer con cierta humedad en el suelo, también se fertiliza con sámago o con subproductos que se aplican al café.

En este sistema (Figura 5) se registraron 20 especies, de las cuales 80 % del IVI está representado por *Chamaedorea tepejilote* (45.7 %), *Coffea arabica* (13.6 %), *Hibiscus archeri* (6.4 %), *Citrus limon* (3.7 %), *Persea americana* (3.4 %), *Citrus sinensis* (3.3 %), *Bursera simarouba* (3.1 %) y *Yucca gigantea* (2.3 %).



Figura 5. Sistema agroforestal de cerco vivo. Foto: Vanessa Guerrero

Jardín. Los jardines, así denominados localmente, son propiedades cuya dimensión varía de 300 m² a 0.5 ha. Los propietarios mantienen las plantas de

tepejilote distribuidas en grupos, solo se fertilizan con sámagu y eliminan los retoños.

En este sistema (Figura 6) se registraron 42 especies, de las cuales 80 % del IVI está representado por *Chamaedorea tepejilote* (23.8 %), *Coffea arabica* (15.5 %), *Musa paradisiaca* (13.6 %), *Citrus sinensis* (5.5 %), *Persea americana* (3.9 %), *Inga vera* (3.5 %), *Quercus lancifolia* (3 %), *Mangifera indica* (2.6 %), *Schizolobium parahyba* (2.5 %), *Macadamia tetraphylla* (2 %), *Jatropha curcas* (1.9 %) y *Oreopanax echinops* (1.8 %).



Figura 6. Jardín, sistema de manejo agroforestal. Foto: Vanessa Guerrero

5.6.3 Floración y corte del tepejilote

Las plantas de tepejilote alcanzan su madurez reproductiva a partir de los tres años. Los entrevistados dijeron que hay dos temporadas de floración de acuerdo con el municipio donde crece: en Huatusco, desde mediados de octubre hasta mediados de febrero; en Ixhuatlán del Café, de diciembre a mediados de abril. Cuando el tepejilote produce inflorescencias fuera de dichos periodos, se le conoce como “tepejilote venturero”. Sin embargo, hay plantas con inflorescencias durante todo el año, pero son más pequeñas principalmente cuando es temporada de estiaje, por otro lado, el exceso de lluvia provoca pudrición.

Las personas cortan con machete, cuchillo o desprenden las inflorescencias masculinas y femeninas inmaduras que crecen en la parte alta de la planta aún cubiertas por las brácteas. Al realizar el corte, se quita la hoja completa que la

antecede, como una forma de estimular el crecimiento de la siguiente hoja e inflorescencia (Figura 7).



Figura 7. Inflorescencia incipiente de tepejilote para consumo.

Todas las personas señalaron que hay dos tipos de inflorescencias de tepejilote: la “hembra” con sabor amargo y una mejor consistencia, mientras que el “macho” tiene un sabor más amargo y produce las semillas. También dijeron que para saber el sexo del tepejilote se necesita conocer de antemano la planta o abrir la inflorescencia aún inmadura, es así como la “hembra” tiene flores pequeñas, contiguas sobre la raquilla, algunos señalaron que les denominan “pulpitos”; en cambio, el “macho” tiene flores de mayor tamaño, solitarias y dispersas sobre la raquilla de laxas a densas. Frecuentemente se eliminan las plantas “macho” y se decide dejar las “hembras”, ya que son las preferidas para consumo y obtención de semillas. Cabe señalar que la descripción que hacen las personas de la inflorescencia “hembra”, o femenina morfológicamente, corresponde a la masculina, que como se dijo son las preferidas para consumo y venta. Únicamente una persona de las entrevistadas dijo que las infrutescencias son las femeninas y no las masculinas.

La edad máxima de las plantas de tepejilote que se cortan para consumo es de 12 años, ya que las inflorescencias de cualquier planta de mayor edad pierden calidad para el consumo, pues su sabor es más amargo, además, durante su desarrollo son susceptibles a pudrición y las raquillas tienen una consistencia más dura.

Las personas dijeron que la inflorescencia ha alcanzado su madurez de corte cuando en la base de la hoja se desarrolla un “bulto” en forma de “pancita”. En promedio una planta produce tres o cuatro inflorescencias cada 20 días durante la temporada de corte, las dañadas se identifican cuando la punta está hundida o se forma una “pancita” debajo de la punta. En ocasiones se cortan las inflorescencias para evitar una sobrepoblación de plantas de tepejilote en la parcela. También se mencionó que en los sistemas de manejo seleccionan y supervisan las mejores plantas para su propagación, en cambio, su recolección en el bosque o monte es escasa, pues son de menor tamaño y hay poca accesibilidad a esos sitios.

5.6.4 Comercio, destino, volumen, precio y unidades de medida

De los 21 entrevistados, tres venden tepejilote en sus casas, 12 lo comercializan en mercados y el resto lo destinan al consumo familiar. Las entrevistas realizadas en los mercados y las observaciones de campo indican que las inflorescencias tanto masculinas como femeninas de tepejilote se venden en los mercados de Huatusco, Ixhuatlán del Café, Coscomatepec y Córdoba (Figura 8).



Figura 8. Venta de tepejilote en el mercado de Huatusco. a) y c) Inflorescencias masculinas con brácteas b) inflorescencias masculinas sin brácteas.

El precio de un rollo de cinco a 12 tepejilotes, dependiendo del tamaño y grosor, ronda entre MXN 8.00 y MXN 20.00. Por ejemplo, un rollo con ocho tepejilotes pequeños o cinco grandes y cuatro pequeños cuesta MXN 10.00; cinco grandes, MXN 15.00; diez de tamaño mediano a grande, MXN 20.00; algunos entrevistados dijeron que venden 20 rollos o un costal por día. Los que tienen gran producción de tepejilote en sus parcelas llegan a vender de 700 a 1500

rollos durante la temporada. Los entrevistados dijeron que seleccionan los tepejilotes más grandes para venta y se apartan algunos rollos, en general los más pequeños son para autoconsumo.

Los revendedores comercializan el rollo de tepejilotes a MXN 15.00 en los mercados de Coscomatepec y Huatusco, donde hay vendedores que provienen de los municipios aledaños como Córdoba, Orizaba y Zentla. Entre los entrevistados únicamente se registraron a dos personas que recurren a intermediarios para ofrecer los rollos entre MXN 10.00 y MXN15.00. En ocasiones, los productores venden el tepejilote a un precio más bajo de casa en casa o afuera de sus viviendas.

Las inflorescencias no requieren de almacenamiento puesto que se venden o consumen recién cortadas, pueden mantenerse en refrigeración de 8 a 15 días, después de ese tiempo las brácteas se tornan negras, indicativo de un daño severo en su interior.

5.6.5 Análisis de diversidad

Las métricas de diversidad identificaron a los sistemas de café con tepejilote y jardín con la mayor diversidad (1.60 y 1.68) y equitatividad (0.42 y 0.45), respectivamente (Tabla 4).

Tabla 4. Valores de riqueza y diversidad de especies en cada sistema de manejo. D = dominancia, H = índice de Shannon-Wiener, E = índice de equidad y J = índice de equitatividad.

Sistema	Riqueza	Núm. individuos	D	H'	E	J
T	53	1894	0.65	0.99	0.05	0.25
CT	45	1023	0.33	1.60	0.11	0.42
J	43	708	0.33	1.68	0.12	0.45
CV	20	670	0.58	1.01	0.14	0.30

T= tepejilotal CT= Café con tepejilote J= Jardín CV= Cerco vivo

El tepejilotal, como sistema de manejo de bosque enriquecido, muestra un alto número de individuos, su dominancia (0.65) es la más alta siendo un sistema menos equitativo, aun teniendo la mayor riqueza y un índice de Shannon $H = 0.99$. Por otro lado, la proporción de diversidad fue baja, lo que indica que existe mayor abundancia del tepejilote. Los cercos vivos mostraron una dominancia de 0.58, con la mayor equidad (0.14), en comparación con los demás sistemas, sin embargo, es un sistema con baja proporción de diversidad (0.30).

Al contrastar en pares cada sistema de manejo en términos de métricas de diversidad y dominancia (Tabla 5) se presentan diferencias entre los pares, excepto el jardín (J) vs. café-tepejilote (CT) y tepejilotal (T) vs. cerco vivo (CV).

Tabla 5. Contrastes entre sistemas utilizando dominancia y diversidad.

	Dominancia				
		CT	T	CV	J
Diversidad	CT		0.001	0.001	0.748
	T	0.001		0.011	0.001
	CV	0.001	0.887		0.001
	J	0.388	0.001	0.001	

Cuando analizamos la estructura de la vegetación de los cuatro sistemas se observa una diferenciación entre ellos (Strees = 0.11) (Figura 9).

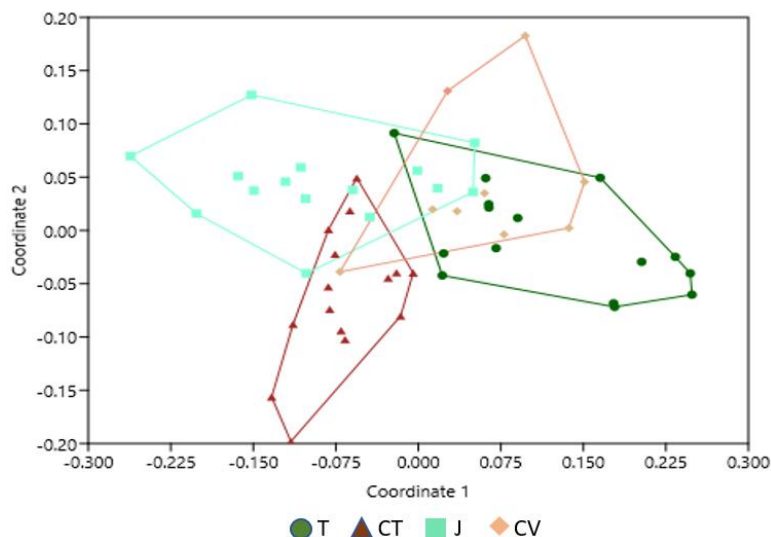


Figura 9. Escalamiento multidimensional no métrico (N-MDS) calculado con el índice de similitud Bray Curtis (Estrés de 0.1). T = tepejilotal; CT = café-tepejilote; J = jardín; CV = cerco vivo. Cada punto representa un sitio de muestro, y la distancia entre ellos

El análisis ANOSIM (Tabla 6) confirmó una diferencia significativa en la composición de especies entre los sistemas de manejo ($R = 0.4$, $p = .0001$), con excepción de cerco vivo y tepejilotal, que mantienen una estructura similar debido a la cantidad de individuos de tepejilote.

Tabla 6. Análisis de similitudes (ANOSIM) entre los sistemas de manejo del tepejilote. Las celdas por debajo de la diagonal son los valores de R, y por arriba indican el valor de p asociado.

	Tepejilotal	Café-tepejilote	Jardín	Cerco vivo
Tepejilotal		0.0001	0.0001	0.1101
Café-tepejilote	0.6352		0.0001	0.0002
Jardín	0.5612	0.3293		0.0014
Cerco vivo	0.09556	0.5173	0.342	

A través del orden q2 de los números de Hill, se obtuvieron valores altos de similitud entre los diferentes sitios con un valor promedio de C24 (q2, Morisita-Horn) = 0.8475 (S.E 0.105), los pares de sitios con mayor similitud fueron tepejilotal y cerco vivo (C22 0.996) y cerco vivo con jardín (C22 0.913). En cuanto a la superposición regional, se obtuvo un valor promedio alto de U22 (q2, superposición regional) = 0.9569 (S.E 0.0034), los pares de sitios con mayor similitud fueron tepejilotal y cerco vivo (U22 0.998) y cerco vivo con jardín (U22 0.955).

El análisis SIMPER mostró que las tres principales especies que contribuyen a la disimilitud en un 80 % son: *Chamaedorea tepejilote*, *Coffea arabica* y *Musa paradisiaca* (Tabla 7) con una disimilitud global del 90 %.

Tabla 7. Análisis de disimilitud de especies (SIMPER).

Taxon	Av. dissim	Contrib. %	Cumulative %
<i>Chamaedorea tepejilote</i>	28.09	54.33	54.33
<i>Coffea arabica</i>	10.34	20	74.33
<i>Musa paradisiaca</i>	3.552	6.87	81.2
<i>Citrus sinensis</i>	0.7925	1.533	82.73
<i>Persea americana</i>	0.6838	1.322	84.05
<i>Yucca gigantea</i>	0.51	0.9864	85.04
<i>Hibiscus archeri</i>	0.4737	0.9161	85.96
<i>Piper auritum</i>	0.3153	0.6098	86.56
<i>Heliocarpus aff. donnellsmithii</i>	0.3045	0.5889	87.15
<i>Inga pavoniana</i>	0.2848	0.5509	87.7
<i>Inga vera</i>	0.2833	0.5479	88.25
<i>Dracaena fragrans</i>	0.2632	0.509	88.76
<i>Juglans olanchana</i>	0.233	0.4506	89.21
<i>Prunus lundelliana</i>	0.2187	0.4229	89.64
<i>Persea schiedeana</i>	0.189	0.3655	90

5.7 Discusión

Del total de las 90 especies registradas, 63 (70 %) son de origen americano, 15 (16.7 %) exóticas y 12 (13.3 %) no se determinó su origen (Tabla 8). El sistema con el mayor número de especies de origen americano es el café- tepejilote (77.8 %), seguido por el jardín (76.2 %) y el cerco vivo con 40 % de especies exóticas ornamentales (Tabla 3) como el brasilillo (*Dracaena fragans*), peinecillo (*Callistemon citrinus*) y el tulipán africano (*Spathodea campanulata*).

Tabla 8. Porcentaje de especies americanas y exóticas por sistema: Café-tepejilote (CT), tepejilotal (T), cercos vivos (CV), jardín (J).

Sistema	Americana	Exótica	No determinadas
CT	77.8	20	2.2
T	70.6	13.7	15.7
CV	55	40	5
J	76.2	19	4.8

En el sistema de café y tepejilote los entrevistados mencionaron 18 especies comestibles, como café (*Coffea arabica*), mango (*Mangifera indica*), plátano (*Musa paradisiaca*), aguacate (*Persea americana*), mamey (*Pouteria sapota*), naranja (*Citrus sinensis*) y jinicuil (*Inga jinicuil*). Los árboles de sombra cubren 69 % del dosel, los productores destacaron nueve especies con este propósito, como el vainillo (*Inga vera*) jinicuil (*Inga jinicuil*), aguacate y, con menos menciones, el chinene (*Persea schiedeana*), mamey (*Pouteria sapota*) y pámpano (*Inga paterno*). Entre otros usos están cuatro especies maderables, tres medicinales, una ornamental y dos en cerco vivo.

En el tepejilotal se registraron 17 especies comestibles, tales como café, naranja, jinicuil, guaje (*Leucaena leucocephala*), izote (*Yucca gigantea*), chichihua (*Vasconcellea cauliflora*); cinco de sombra que cubren 73 % del dosel, donde destacan el vainillo, jinicuil y aguacate y con menos menciones chinene y pampano; cinco para madera, como jonote, nogal y encino, dos medicinales y

una ornamental. En el cerco vivo se registraron nueve especies comestibles como izote, café, naranja, guaje y tepejilote; cuatro de sombra con 48 % de dosel, en especial se encuentra el vainillo, aguacate y chinene; así como dos ornamentales y una para madera. En otras regiones de Veracruz han sido reportadas 14 especies de las aquí mencionadas en cercos vivos, como huele de noche (*Cestrum noctornum*), palo mulato (*Bursera simarouba*) y el tepejilote (Acosta y Avendaño, 2000; Zamora Pedraza et al., 2022;).

En el jardín se mencionaron 22 especies comestibles, como papaya (*Carica papaya*), durazno (*Prunus persica*) y guayaba (*Psidium guajava*); siete de sombra cubriendo 48 % del dosel, como el vainillo, jinicuil y aguacate, con menos menciones, el chinene, mamey y pampano; seis de madera, como cedro (*Cedrela odorata*), encino (*Quercus lancifolia*, *Q. oleoides*, *Q. polymorpha*), fresno (*Fraxinus uhdei*), jonote (*Heliocharpus* aff. *Donnellsmithii* y *H. appendiculatus*); una medicinal y una de cerco vivo.

Los valores de importancia más altos de las especies en los cuatro sistemas fueron el tepejilote, plátano, naranja, café y aguacate; todos ellos relevantes para abastecer el comercio local y regional, con excepción del café que está dirigido principalmente a la exportación. Esto concuerda con el valor cultural de las especies comestibles, que se incrementa con la frecuencia de consumo, cantidad de usos y comercialización (Blancas et al., 2013).

Una línea de investigación en el campo de las percepciones es indagar los conocimientos que tienen las personas para distinguir las inflorescencias masculinas y las femeninas. En este sentido, las inflorescencias (masculinas y femeninas) se consumen por su sabor y textura, aunque hay una preferencia hacia las masculinas (Oyama, 1990; Centurión-Hidalgo et al., 2011; Hernández-Castillo et al., 2020; Villar, 2020; Hosni et al., 2021).

En todos los casos, los productores dijeron que las prácticas de manejo que se llevan a cabo en cada sistema son similares, como la fertilización con sámag, la poda, trasplante, eliminación de hojas cuando se corta la inflorescencia para

estimular el crecimiento de la nueva hoja, etc. (Tabla 9). En el sistema de manejo agroforestal de café y tepejilote hay prácticas puntuales como sembrar el tepejilote a cierta distancia, sin embargo, la poda, chapeo y trasplantes son claros ejemplos de mantener cierta cantidad de individuos por parcela que no interfiera con el cultivo de café. Cabe señalar que para algunos entrevistados la eliminación de plantas de tepejilote con más de 12 años es una forma de cuidar al cultivo de café, en este sentido López-Acosta et al. (2014) señalan que en un sistema donde predomina el café, los PFNM presentes no tienen una promoción activa de su crecimiento.

El sistema de tepejilotal es un bosque enriquecido en el sentido de Wiersum (1997) y Peters (2000), que se caracteriza por privilegiar, en este caso, al tepejilote mediante podas y eliminación de hojas (que a menudo son muy grandes) para favorecer su abundancia, tal y como lo señala López-Acosta et al., (2014) para el cachichinal (*Oecopetalum mexicanum*). La remoción de tepejilote a los 12 años es oportuna, mientras que otros productores señalaron que los dejan para obtener semillas.

En los cercos vivos, además de funcionar como límite entre propiedades, los tepejilotes retienen el suelo, evitando la erosión y deslaves. En los jardines las prácticas de manejo son mínimas y, dado el espacio cercano a la casa, se mantiene una densidad controlada de plantas.

Tabla 9. Sistemas de manejo de *Ch. tepejilote* en los municipios de Huatusco e Ixhuatlán del Café.

Sistema de manejo	Prácticas de manejo	Sombra (%)	Otras características
Café-tepejilote	Cultivo en surcos Podas, chapeos y trasplantes Fertilización con sámago y pulpa de café. Remoción del tepejilote a los 12 años	68	Densidad controlada de tepejilote

Tepejilotal	Podas y remoción de hojas de tepejilote Trasplante, fertilización con residuos orgánicos y sámago. Remoción de tepejilote a los 12 años. En algunos casos los tepejilotes viejos para obtención de semillas. Las hojas del tepejilote son removidas cuando se corta la inflorescencia para estimular el crecimiento de la nueva hoja.	73	Abundancia de tepejilote
Cercos vivos	Podas, trasplantes, fertilización con sámago	48	Retención del suelo
Jardines	Fertilización con sámago. Podas, trasplantes	64	Densidad controlada de tepejilote

Cabe señalar que los productores de tepejilote en los sistemas de manejo no realizan actividades de recolección en el bosque de las sierras aledañas a las comunidades, debido a la lejanía y difícil acceso, aunque mencionaron que aún persisten individuos en esos sitios. Al respecto, algunas especies son exclusivamente cultivadas y otras sólo son ocasionalmente recolectadas, en muchos casos se mantienen en condiciones silvestres en lugar de cultivarlas (Perales y Aguirre, 2008). En la zona de estudio, los productores prefieren cortar las inflorescencias que crecen en sus terrenos por presentar mejor tamaño y sabor que las silvestres, lo cual concuerda con lo reportado por Hosni et al. (2021) sobre el efecto de la domesticación de individuos de *Ch. tepejilote* en la expresión de genes que benefician el incremento en la producción de azúcares.

Las personas entrevistadas dijeron que cortan las hojas del tepejilote de sus propias parcelas para adornar iglesias, altares, arreglos florales y durante festividades religiosas, como el día de todos los santos, el día de la virgen de Guadalupe y Semana Santa. Cabe mencionar que las hojas de tepejilote son ampliamente utilizadas y comercializadas en diferentes estados del país (Pineda, 2010) y particularmente en los municipios cercanos a la zona de estudio como Córdoba y Cuichapa (Granados-Sánchez et al., 2004). Sin embargo, para los

municipios de Huatusco e Ixhuatlán del Café, la venta de hojas no es común y únicamente uno de los entrevistados reportó que vende por encargo un rollo con 20-25 hojas a 20.00 MXN.

El consumo de tepejilote forma parte de la cocina tradicional de la zona, es barato y rinde para varias personas. Las inflorescencias se hierven con sal hasta lograr que se suavicen y elimine el sabor amargo, algunos les añaden un poco de azúcar. Se preparan en diversos platillos, por ejemplo, encurtido, capeadas en salsa de tomate, torta con huevo, guisos con carnes rojas y frijoles. También la inflorescencia sin abrir se asa sobre un comal o parrilla, posteriormente se abre y se consume con sal y limón (Mont et al., 1994; Hernández-Castillo et al., 2020). Es necesario averiguar la variabilidad del sabor y textura en relación con los sistemas de manejo y las estrategias de selección de las inflorescencias (Kennedy, 2012; Hosni et al., 2021).

A pesar de que a nivel mundial el tepejilote es un cultivo de menor importancia y poco conocido fuera de Latinoamérica (Hosni et al., 2021), la percepción de los entrevistados en torno al comercio en la región señala que tiene futuro comercial, debido a que siempre se vende, forma parte de la canasta básica y se cosecha en una época diferente al café; además, se generan ingresos complementarios para las familias, aunque no son tan significativos como los obtenidos por el café. Los productores mencionaron que hay una cosecha al año para el mercado local y no hay canales para un mercado más grande al que puedan acceder. Por lo anterior, es importante desarrollar cadenas de comercio que promuevan una regulación en el manejo del tepejilote, tal como menciona Blancas et al. (2013) en el estudio del Valle de Tehuacán, donde los productores seleccionan las inflorescencias con mayor tamaño que se venden a un precio más alto y fomentan la reproducción de los individuos (Kennedy, 2012) que generan mayor biomasa de inflorescencias. El tepejilote es de uso local por lo que está aún limitada a una exploración de comercio más amplia con productos de calidad, mediante organizaciones a pequeña escala con sistemas diversificados y multifuncionales (Leakey et al., 2021). En este sentido, una preocupación de varios de los

entrevistados fue precisamente otorgar otro valor agregado al tepejilote y ampliar su venta.

Las regulaciones sobre el uso y manejo de los PFNM deben estar basadas en la participación conjunta de recolectores y técnicos que conduzca a cosechas sostenibles con demanda comercial o incluso de valor identitario, particularmente local, como es el caso del tepejilote. Además, se debe indagar en una mejor comprensión de los ingresos en efectivo y los aportes para la subsistencia (Moreno-Calles et al., 2013; Jiao et al., 2019), esto implica mejorar los SA locales, diversificar los usos, favorecer su rescate y fortalecer el conocimiento tradicional (Red SAM, 2017; Alonso et al., 2020). Los SA de tepejilote y café son manejados por pequeños productores que por usos y costumbres fomentan relaciones de reciprocidad, intercambio, equidad y autogestión (Alonso et al., 2020).

Será necesario realizar estudios encaminados a evaluar los tipos de manejo y su intensidad en términos de complejidad de las prácticas, grado de especialización de las técnicas, ocurrencia y tipos de regulaciones sociales, entre otros aspectos; esto podrá conducir a un adecuado manejo y disminuir el riesgo de los recursos vegetales que se están utilizando, para que se realice de manera más efectiva cuando el uso es más intenso (Blancas et al., 2013). La forma precisa en que interactúan los diferentes componentes de los sistemas de manejo y sus prácticas puede tener una influencia importante en la productividad agrícola, la provisión de servicios ecosistémicos, los niveles de cooperación entre las personas y la resiliencia de todo el sistema ante factores de estrés como el cambio climático (Timberlake et al., 2022). Es así como los SA y sus variantes pueden ser la base para la suficiencia y soberanía alimentaria en las comunidades mexicanas, rutas de innovación tecnológica acordes con las necesidades sociales contemporáneas del conocimiento tradicional y criterios agroecológicos y agroforestales (Moreno-Calles et al., 2016; Alonso et al., 2020).

5.8 Conclusiones

- 1.- Los cuatro sistemas agroforestales donde crece el tepejilote (*Chamaedorea tepejilote*) representan formas diversificadas de manejo local en parcelas de pequeña propiedad del centro de Veracruz.
- 2.- La inflorescencia comestible forma parte de la cultura alimenticia básica y es un ingreso complementario para las familias de la región.
- 3.- En el sistema café-tepejilote se registraron 45 especies, las tres primeras con el IVI más alto fueron el café, tepejilote y plátano; en el tepejilotal, 51 especies, donde destacó el tepejilote, café y aguacate; en el jardín, 42 especies, con valores más altos de tepejilote, café y plátano; y en el cerco vivo, 20 especies, las principales fueron el tepejilote, café y tulipán. A pesar de que el café es el principal producto económico de la zona, en conjunto únicamente presenta un IVI del 13.6 % y el tepejilote 29.5 %, debido a su alta densidad, dominancia y frecuencia. Se encontraron 90 especies en los sistemas de manejo, de las cuales 80 % del IVI está representado por 16 especies principalmente comestibles.
- 4.- Es importante averiguar la posición que juegan los bosques en las cadenas de valor o estructuras informales de PFNM de la región, como el caso del tepejilote, para diseñar estrategias de conservación y uso sostenible de los sistemas agroforestales en zonas donde los servicios ecosistémicos son vulnerables ante el cambio global.

5.9 Agradecimientos

Se agradece a Miguel Cházaro, Carlos Durán e Israel Acosta por la determinación de algunas de las especies encontradas; a María Antonieta Isidro, por la lectura crítica del manuscrito; a Esteban José Marinero Sobal, por su colaboración en el trabajo de campo y determinación de especies; a Ricardo Vichique y María Molina por compartir sus valiosos conocimientos acerca del tepejilote.

5.10 Referencias

- Acosta, I., & Avendaño, S. (2000). Plantas utilizadas como cercas vivas en el estado de Veracruz. *Madera y Bosques*, 6(1), 55-71.
- Alonso, L. I., León, A. C., & Gómez, M. U. (2020). Sistemas agroforestales tradicionales desde la perspectiva del "Buen Vivir". *Revista de Geografía Agrícola*, 65, 29-43.
- Bernard, R. (2006). Nonprobability sampling and choosing. En R. Bernard (Ed.). *Research methods in anthropology. Qualitative and quantitative approaches* (pp. 186-209). Altamira Press.
- Blancas, J., Casas, A., Pérez-Salicrup, D., Caballero, J., & Vega, E. (2013). Ecological and socio-cultural factors influencing plant management in Náhuatl communities of the Tehuacán Valley, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 9(1), 1-23.
- Blancas-Vázquez, J. J., Caballero, J., & Beltrán-Rodríguez, L. (2017). Los productos forestales no maderables de México. *Fascículo 1*. Panorama general.
- Brown C. H. (2009). Development of agriculture in prehistoric Mesoamerica: the linguistic evidence. En J. E. Staller & M. Carrasco (Eds.), *Pre-Columbian foodways: interdisciplinary approaches to food, culture, and markets in ancient Mesoamerica* (pp. 71–108). Springer.
- Caballero, J., & Cortés, L. (2001). Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México. En B. Rendon 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* (pp. 79-100). Universidad Autónoma Metropolitana (Unidad Iztapalapa) y Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.
- Casas, A. (2001). Silvicultura y domesticación de plantas en Mesoamérica. En B. Rendon 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* (pp. 123-157). Universidad Autónoma Metropolitana (Unidad Iztapalapa) y Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.
- Casas A., Caballero J., Mapes C., & Zárate, S. (1997). Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 61, 31–47.
- Centurión-Hidalgo D., Espinosa, M. J., Poot, M. J. E., & Cázares, C. J. G. (2003). Cultura alimentaria de la región Sierra de Tabasco. Editorial UJAT, Colección José M^a. Pino Suárez.

- Centurión-Hidalgo, D., Espinosa-Moreno, J., de la Cruz-Lázaro, E., & Gómez-García, E. (2011). Contenido de fibra dietaria de inflorescencias de palmas procesadas. *Información Tecnológica*, 22(3), 3-10.
- Cervantes-Zamora, Y., Cornejo-Olguín, S. L., Lucero-Márquez, R., Espinosa-Rodríguez, J. M., Miranda-Viquez, E., & Pineda Velásquez, A. (1990). Clasificación de Regiones Naturales de México, IV. 10. 2. Atlas Nacional de México, vol. II, escala 1: 4000000.
- Chao, A., Ma, K. H., Hsieh, T. C., & Chiu, C. H. (2015). Online Program SpadeR (Species richness Prediction and Diversity Estimation in R). Programa y Guía del Usuario. http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software_download/.
- Clarke K. R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austral Ecology*, 18(1):117-143.
- Clarke, K. R., & Warwick, R. M. (2001). Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory.
- Colwell, R. K., & Coddington, J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 345(1311), 101- 118. <https://doi.org/10.1098/rstb.1994.0091>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO] (2014). Áreas elegibles para la conservación en México, 2014, escala: 1:250000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F.
- Eccardi, F. (2003). La palma camedora. *Biodiversitas*, 8(50), 1-7.
- Escalante, T. (2003). ¿Cuántas especies hay? los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos: ciencia y cultura*, 52, 53-56.
- Flores, J. C. (2002). Informe de Mercadeo. Tepejilote (*Chamaedorea tepejilote*). World United Nations Environment Programme (UNEP) - Conservation Monitoring Center (WCMC).
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2018). *Smallholder farmers' data portrait: What the numbers tell us about smallholder farms*. Food and Agriculture Organization, United Nations.
- Gámez-Pastrana, M., García-Castillo, M., Galindo-Tovar, M., & Gheno-Heredia, Y. (2016). Diversidad y distribución del género *Chamaedorea* (Arecaceae) en México. *Agroproductividad*, 9 (6), 10-19 pp.
- García, E., & Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO] (1998). Climas (clasificación de Koppen, modificado por García), escala 1:1000000, México.

- Gentry, A. H. (1982). Patterns of neotropical plant species diversity. En M. K. Hecht, B. Wallace, & G. T. Prance GT (Eds.) *Evolutionary biology* (pp. 1-84). Springer. 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, 1-34. <https://doi.org/10.2307/2399464>
- Granados-Sánchez, D., Hernández García, M. A., López Ríos, G. F., & Santiago López, M. (2004). El cultivo de palma camedor (*Chamaedorea* sp.) en sistemas agroforestales de Cuichapa, Veracruz. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 27(3), 233-241.
- Hernández-Castillo, J. B. E., Bernardino-Nicanor, A., Vivar-Vera, M. A., Campos, H. O., Ortiz-Camacho, L. P., & González-Cruz, L. (2020). Estudio de los cambios estructurales de las proteínas de tepejilote por efecto de diferentes tratamientos térmicos. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 5, 636-640.
- Hill, M. O. (1973). Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54(2), 427-432.
- Hodel, D. R. (1992). *Chamaedorea* Palms: the species and their cultivation. *The International Palm Society*.
- Hooper, D. U., Chapin III, F. S., Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., ... & Wardle, D. A. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological monographs*, 75(1), 3-35.
- Hosni, H., Diallo, A., Morcillo, F., Vaissayre, V., Collin, M., Tranchant-Dubreuil, C., ... & Tregear, J. W. (2021). Redox-related gene expression and sugar accumulation patterns are altered in the edible inflorescence produced by the cultivated form of pacaya palm (*Chamaedorea tepejilote*). *Annals of Botany*, 128(2), 231-240.
- Hurtado-Reveles, L., Burgos-Hernández, M., López-Acosta, J. C., & Vázquez-Sánchez, M. (2021). Importance of Local Studies of Vascular Plant Communities in Conservation and Management: A Case Study in Susticacán, Zacatecas, Mexico. *Diversity*, 13(10), 492.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [Inegi], Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [Conabio] & Instituto Nacional de Ecología [INE]. (2008). Ecorregiones terrestres de México, escala 1:1000000, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [Inegi]. (2019). Localidades de la República Mexicana, 2019, escala: 1:250000. edición: 1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [Inegi]. (2020). Censo de Población y Vivienda, México.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias [Inifap] & Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [Conabio]. (1995). Edafología, escalas 1:250000 y 1:1000000, México.
- International Society of Ethnobiology [ISE] (2006). ISE Code of Ethics (with 2008 additions). <http://ethnobiology.net/code-of-ethics/>
- Jiao, X., Walelign, S. Z., Nielsen, M. R., & Smith-Hall, C. (2019). Protected areas, household environmental incomes and well-being in the Greater Serengeti-Mara Ecosystem. *Forest Policy and Economics*, 106, 101948. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.101948>
- Kennedy, J. (2012). Agricultural systems in the tropical forest: a critique framed by tree crops of Papua New Guinea. *Quaternary International*, 249, 140-150.
- Lamprecht, H. (1990). Silvicultura en los trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. FAO.
- Leakey, R. R. B., Mabhaudhi, T., & Gurib-Fakim, A. (2021). African lives matter: wild food plants matter for livelihoods, justice and the environment a policy brief for agricultural reform and new crops. *Sustainability*, 13(13), 7252. <https://doi.org/10.3390/su13137252>
- López-Acosta, J. C., Lascurain, M., López Binnqüist, C., & Covarrubias, M. (2014). Structure and floristic composition of forest management systems associated with the edible fruit tree *Oecopetalum mexicanum* in the Sierra de Misantla, Veracruz, Mexico. *Economic Botany*, 68(1), 44-58.
- Lugo González, D. A., Aguilar, V. H., Casotto, M., Laurentin, A., & Gómez, A. (2013). Aplicabilidad de estadística multivariada para estudios nutricionales: bioensayo con el gorgojo de arroz (*Sitophilus oryzae* L). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 63(3), 232-239.
- Maffi, L. (2004). Maintaining and restoring biocultural diversity: The evolution of a role for ethnobiology. In J. S. Carlson & L. Maffi (Eds.), *Ethnobotany and conservation of biocultural diversity* (pp. 9–35). *Advances in Economic Botany*. New York Botanical Garden Press.
- Mejía L, J., Campos A. G., Rodríguez O., G, Enríquez R., & López, J. (2018). Evaluación física de semillas de *Chamaedorea tepejilote* Liebm. Ex Mart. *Revista Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias*, 9(21),1108-1118.
- Meléndez-Guadarrama, L., Trabanino, F., & Caballero Roque, A. (2013). Tres perspectivas en torno al uso comestible de las inflorescencias de las palmas

- pacay (a) y chapay (a) en Chiapas, México: enfoques paleoetnobotánico, nutricional y lingüístico. *Estudios de cultura maya*, 41, 175-199.
- Mont, J. J. C., Gallardo, N. R., & Johnson, D. V. (1994). The Pacaya Palm (*Chamaedorea tepejilote*; Arecaceae) and its food use in Guatemala. *Economic Botany*, 48(1), 68-75.
- Moreno-Calles, A. I., Toledo, V. M., & Casas, A. (2013). Los sistemas agroforestales tradicionales de México: una aproximación biocultural. *Botanical Sciences*, 91(4), 375-398.
- Moreno-Calles, A. I., Casas, A., Rivero-Romero, A. D., Romero-Bautista, Y. A., Rangel-Landa, S., Fisher-Ortiz, R. A., ... & Santos-Fita, D. (2016). Ethnoagroforestry: integration of biocultural diversity for food sovereignty in Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 12(1), 1-21.
- Muñoz-Jiménez, O., López-Acosta, J. C., & Villegas-Patracá, R. (2019). Diversidad y estructura vegetal en un paisaje antropizado de La Venta, Juchitán, Oaxaca, México. *Acta botánica mexicana*, 126.
- Ortiz, J. (2011). Diseño de sistemas agroforestales con base en el manejo tradicional de la milpa y el solar en el municipio de Jesús Carranza, Veracruz. [Tesis de Maestría, Centro de investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana].
- Oyama, K. (1990). Variation in growth and reproduction in the neotropical dioecious palm *Chamaedorea tepejilote*. *Journal of Ecology*, 78, 648-663.
- Parra, F., Blancas, J., & Casas, A. (2012). Landscape management and domestication of *Stenocereus pruinosus* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley: human guided selection and gene flow. *J Ethnobiol Ethnomed*, 8, 32.
- Perales, H. R., & Aguirre, J. R. (2008). Biodiversidad humanizada. En Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [Conabio], *Capital natural de México. Conocimiento actual de la biodiversidad* (Vol. I, pp. 565-603). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Peters, C. M. (2000). Precolumbian Silviculture and Indigenous Management of Neotropical Forests. En D. Lentz (Ed.), *Imperfect balance. Landscape Transformations in the Pre-Columbian Americas* (pp. 203-224). Columbia University Press.
- Phumee, P., & Pagdee, A. (2021). From subsistence to market-driven: the role of non-timber forest products at community forests in Northeast Thailand. *Forests, Trees and Livelihoods*, 30(3), 151-168.
- Pineda, M. S. (2010). Estudio de Mercado Nacional y Local de Palma Camedor, Xate y spp. Pronatura Sur A. C.

- Quero, H. J. (1994). Flora de Veracruz. Palmae. *Fascículo No 81*. Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, Veracruz, México.
- Red Temática de Sistemas Agroforestales de México [Red SAM] (2017). *Reunión Nacional. Libro de resúmenes*. ENES-Morelia, UNAM.
- Registro Agrario Nacional [RAN]. (2022). Perimetrales de los núcleos agrarios certificados y tierra de uso común. México: Datos abiertos del RAN.
- Salamanca, A. B., & Martín-Crespo, M. C. (2007). El muestreo de la investigación cualitativa. *Nure Investigación*, 27.
- Shackleton, C., Shackleton, S., & Shanley, P. (2011). Building a holistic picture: an integrative analysis of current and future prospects for non-timber forest products in a changing world. In S. Shackleton, C. Shackleton, & P. Shanley (Eds.), *Non-timber forest products in the global context* (pp. 255-280). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-17983-9_12
- Sheppard, J. P., Chamberlain, J., Agúndez, D., Bhattacharya, P., Chirwa, P. W., Gontcharov, A., Sagona, W. C. J., Shen, H., Tadesse, W., & Mutke, S. (2020). Sustainable forest management beyond the timber-oriented status quo: transitioning to co-production of timber and non-wood forest products a global perspective. *Current Forestry Reports*, 6, 26-40. <https://doi.org/10.1007/s40725-019-00107-1>
- Syrbe, R. U., & Walz, U. (2012). Spatial indicators for the assessment of ecosystem services: providing, benefiting and connecting areas and landscape metrics. *Ecological indicators*, 21, 80-88.
- Téllez-Velasco, M. A. A., & Tejeda-Sartorius, O. (2017). Importancia y aprovechamiento sostenible de productos forestales no maderables en bosques de niebla: estudio de caso en Orquídeas. *Agro Productividad*, 10(6).
- Timberlake, T. P., Cirtwill, A. R., Baral, S. C., Bhusal, D. R., Devkota, K., Harris-Fry, H. A., ... & Memmott, J. (2022). A network approach for managing ecosystem services and improving food and nutrition security on smallholder farms. *People and Nature*, 4(2), 563-575.
- Toledo, V. M., Ortiz-Espejel, B., Cortés, L., Moguel, P., & de Jesús Ordoñez, M. (2003). The multiple use of tropical forests by indigenous peoples in Mexico: a case of adaptive management. *Conservation Ecology*, 7(3).
- Villar M. D. (2020). Revisión taxonómica del género *Chamaedorea* Willd. (Arecaceae) en México [Tesis de Maestría, UNAM].
- Villavicencio, E. (2013). Caracterización agroforestal en sistemas de café tradicional y rústico, en San Miguel, Veracruz, México. *Revista Chapingo serie ciencias*

forestales y del ambiente, 19(1), 67-80.
<https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.08.051>

Wiersum, K. F. (1997). From natural forest to tree crops, co-domestication of forests and tree species, an overview. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 45(4), 425-438.

Zamora-Martínez, M. C., Velasco, B. E., González, H. A., & Hernández, G. G. (2011). Modelos predictivos para la producción de productos forestales no maderables: Palma Camedor. *Manual Técnico*, 4.

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, 19400829221078489.

6. CARACTERIZACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DEL PAISAJE ASOCIADO AL MANEJO DE *Chamaedorea tepejilote* EN LA REGIÓN CENTRO DE LAS MONTAÑAS DE VERACRUZ

6.1 Resumen

En este estudio se describe la cobertura de una porción representativa de los sistemas agroforestales en la región cafetalera de las montañas del centro de Veracruz, en la cual se valoran las inflorescencias comestibles de la palma tepejilote (*Chamaedorea tepejilote* Liebm.). Se obtuvo la cobertura vegetal en los municipios de Huatusco e Ixhuatlán del Café por medio de la clasificación supervisada de imágenes satelitales del año 2022 y el NDVI, posteriormente se utilizó la clasificación obtenida en cuatro imágenes de los años 1993, 2003, 2014 y 2022 para obtener el cambio de uso de suelo y se seleccionaron métricas del paisaje. Se identificaron cuatro categorías: área boscosa, acahual joven, cultivos anuales e infraestructura y se determinó en cada una la presencia de sistemas de manejo del tepejilote. La infraestructura y los cultivos anuales son coberturas que se han mantenido fragmentadas, mientras que las áreas boscosas se han recuperado en el periodo de 1993 al 2022; para el mismo periodo, el índice de Shannon incrementó, lo que sugiere mayor heterogeneidad en el paisaje. Las coberturas de acahual y bosque, y por consiguiente del tepejilote, se recuperaron por el aumento de los precios del café que se han mantenido hasta el 2022. Por otro lado, las áreas boscosas del 2014 al 2022 disminuyeron y se incrementaron los acahuales. Los sistemas de manejo de tepejilote se desarrollan principalmente en zonas boscosas por lo que son clave para el funcionamiento y dinámica que pueden contribuir a promover la conectividad y diversidad del paisaje.

Palabras clave: cambio de uso de suelo, métricas del paisaje, fragmentación, *Chamaedorea tepejilote*, sistemas agroforestales.

6.2 Abstract

This study describes the coverage of a representative portion of agroforestry systems in the coffee-growing region of the mountains in central Veracruz, in which the edible inflorescences of the tepejilote palm (*Chamaedorea tepejilote* Liebm.) are valued. Vegetation cover in the municipalities of Huatusco and Ixhuatlán del Café was obtained using a supervised classification of satellite images of the year 2022 and NDVI; subsequently, the classification obtained in four images of the years 1993, 2003, 2014, and 2022 was used to obtain land use change and landscape metrics were selected. Four categories were identified: forested area, young acahual, annual crops, and infrastructure, and the presence of tepejilote management systems was determined in each one. The coverages of infrastructure and annual crops have remained fragmented, while forested

areas have recovered from 1993 to 2022; for the same period, the Shannon index increased, suggesting more significant heterogeneity in the landscape. Coverages of acahual and forest, and therefore of tepejilote, recovered due to increased coffee prices, which have maintained until 2022. On the other hand, forest areas from 2014 to 2022 decreased, and acahuals increased. Tepejilote management systems develop mainly in forested areas; therefore, they are vital to the functioning and dynamics that promote landscape connectivity and diversity.

Keywords: land use change, landscape metrics, fragmentation, Chamaedorea tepejilote, agroforestry systems.

6.3 Introducción

El cambio de uso de suelo en zonas tropicales es uno de los factores de cambio y amenazas a la biodiversidad contemporánea (Kusuma et al, 2018; Zakaria et al, 2016). Este proceso está marcado por factores económicos, sociales y de políticas públicas (Tang, 2019) que dirigen de manera indirecta la dinámica del uso del suelo teniendo como mediadores muchas veces a los pequeños propietarios que en función del mercado y del mantenimiento de sus productos tradicionales modifican su entorno (Ascencio López et al., 2018).

Los sistemas de manejo forestal tradicional (SMFT) pueden definirse como acciones que tienen por objeto la ordenación, el cultivo y la conservación integral de los recursos forestales, basado en un conocimiento tradicional, tecnológico, agroecológico (Wiersum, 1997; Brondizio, 2008), forestal y hortícola, articulados por los ejes ecológico, económico, social y cultural. Los SMFT se caracterizan por presentar un estrato arbustivo, herbáceo y arbóreo que mantiene la composición, la estructura y los procesos ecológicos de la vegetación original nativa que se reconstituye por efecto de la recolección y la protección selectiva de especies vegetales particulares (Wiersum y Gómez-González, 2000; Peters, 2000; Caballero y Cortés, 2001; Alonso et al., 2020) que constituyen sistemas silvícolas in situ con formas de manejo como la recolección, tolerancia, fomento o inducción y protección (Casas, 2001), y son de manera activa mecanismos que dirigen el cambio de uso de suelo en el sector agrícola de México.

Los SMFT muchas veces se realizan de manera paralela con el cultivo de productos de gran importancia económica a nivel nacional o mundial, por ejemplo, el cultivo del café en México comenzó como un agroecosistema asociado en su mayoría con especies arbóreas nativas, poco manejo y uso de insumos (Escamilla, 2015; Sánchez et al., 2017), manteniéndose como un sistema agroforestal (SAF), debido a su uso comercial o tradicional (Sánchez et al., 2017). Los SAF como el café de sombra contienen coberturas que son relevantes para el funcionamiento y la dinámica del paisaje, volviéndose fundamentales para la conservación de la biodiversidad (Hernández-Pérez et al., 2022). El cultivo del café de sombra en las zonas montañosas de México da oportunidad al establecimiento de otras especies de valor complementario a nivel local. Algunas especies se cultivan en los cafetales para la obtención de sombra, frutos o flores comestibles, tal es el caso de la palma nativa llamada tepejilote (*Chamaedorea tepejilote*), que crece en el sotobosque del bosque tropical perennifolio, bosque tropical subcaducifolio y bosque mesófilo de montaña entre 50 y 2500 m s. n. m. (Villar, 2020; Mejía et al., 2018; Mont et al., 1994). Se reconoce que la recolección de la inflorescencia comestible del tepejilote se practica desde hace más de 2000 años (Brown, 2009; Hosni, 2021). El manejo del tepejilote prospera en los sistemas cafetaleros con diferentes condiciones de sombra, es un recurso de gran importancia económica, cultural y alimenticia (Blancas et al., 2013; Granados-Sánchez et al., 2004).

El estado de Veracruz es el segundo productor de grano de café a nivel nacional, tan solo en la región de Huatusco, conformada por los municipios de Coscomatepec, Sochiapa, Zentla, Tomatlán, Ixhuatlán del Café, Tlaltetela, Huatusco, Tlacotepec de Mejía, Comapa, Tenampa y Totutla se genera 23 % de la cosecha estatal y 6 % de la nacional, además de contar con la tercera mayor concentración de cafecultores en México de pequeña escala (Rojas-Herrera y Olguín-Pérez 2018). En esta región, el ecosistema que solía predominar era el bosque mesófilo de montaña de gran importancia por su biodiversidad y proporcionar servicios ambientales a los asentamientos humanos (Williams, 2002). Sin embargo, este ecosistema está sumamente amenazado y presenta la

tasa de deforestación más alta entre los bosques tropicales (Doumenge et al., 1995; Aldrich et al., 2000), es un ecosistema sensible a los cambios causados por la fragmentación (Toledo-Aceves et al., 2014; Williams-Linera, 2002; Kattan et al., 1994; Restrepo y Gómez, 1998; Hernández-Pérez et al., 2022) y el cambio climático.

Bajo este supuesto, este trabajo tiene como objetivo describir la cobertura actual de una porción representativa de los SAF en la región cafetalera de las montañas del centro de Veracruz, en la cual se valora a las palmas de tepejilote como un recurso alimenticio; así como sus patrones de cambio desde 1990 a la fecha para poder determinar potenciales factores de cambio y dinámica del paisaje.

6.4 Materiales y métodos

6.4.1 Área de estudio

Se tomó una microcuenca del Río Jamapa entre los municipios de Huatusco e Ixhuatlán del Café (figura 10) en un rango entre los 1,021 y 1,341 m s. n. m. (INEGI, 2020) situada en la región Centro de Veracruz, provincia de Chiconquiaco (Cervantes-Zamora et al., 1990), en la zona ecológica tropical húmeda y templada húmeda (Toledo y Ordóñez, 2009). Se considera un sitio prioritario terrestre para la conservación de la biodiversidad (rango extremo) (CONABIO-CONANP-TNC-Pronatura, 2007) y se encuentra catalogada como proveedora de servicios ambientales hidrológicos y de conservación de la biodiversidad (CONABIO, 2014). El área pertenece a tres ecorregiones (nivel 4): lomeríos del norte de Veracruz con selva mediana y alta perennifolia, sierra con bosque mesófilo de montaña del Sistema Neovolcánico Transversal y bosque mesófilo de montaña del norte de Oaxaca (INEGI-CONABIO-INE, 2008). Los climas presentes la zona son (A)C(m)(f), semicálido húmedo con temperatura media anual mayor de 18 °C, con una precipitación en el mes más seco mayor de 40 mm y (A)C(m) con lluvias de verano y una precipitación anual mayor de 500 mm (García y CONABIO, 1998).

Los principales tipos de suelo de la zona son el andosol húmico (Th), acrisol órtico (Ao) y litosol (l) (INIFAP-CONABIO, 1995). De acuerdo con el último conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación para México (serie VII de INEGI, 2021), el área total de estudio (21,153.5 ha) comprende las siguientes coberturas: asentamientos humanos (3.2 %), bosque mesófilo de montaña (8 %), bosque de encino (4.3 %), bosque de encino-pino (1.8 %), pastizal cultivado (6.3 %), agricultura de temporal (anual, permanente y semipermanente) (66.1 %) y vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña (10.3 %).

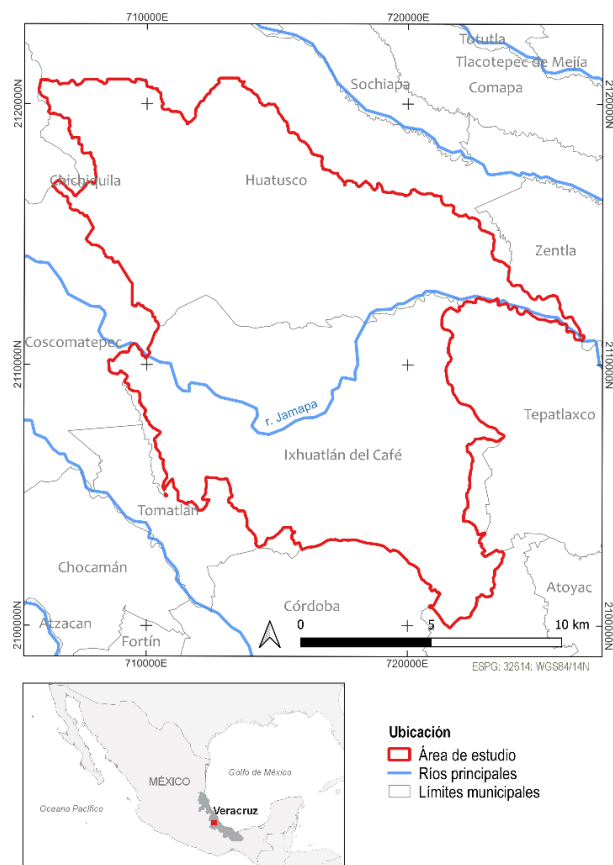


Figura 10. Ubicación de la zona de estudio en el municipio de Ixhuatlán del Café y Huatusco, Veracruz, México.

El área comprende 13 localidades, principalmente rurales —con excepción de Ixhuatlán del Café—, siete pertenecientes a los municipios de Huatusco (Ixpila, Mesa del Rancho, Tlamatoca, Michapa, Rincón Ramírez, Carrizal y Cinco de Mayo) y seis a Ixhuatlán del Café (Ixhuatlán del Café, Ocotitlán, Tlamatoca

Potrerillo, Presidio, Nevería y San Francisco Aviadero) (INEGI, 2019). La población total de ambos municipios es de 21,105 habitantes (51 % mujeres y 49 % hombres), con una proporción mínima de hablantes de lenguas indígenas (0.3 %) y afroamericana (1.5 %); el grado de educación promedio corresponde al sexto grado de primaria, por otro lado, se cuenta con una cobertura alta de servicios básicos de electricidad (99 %), agua entubada (97 %) y drenaje (96 %) (INEGI, 2020); el rezago social se evalúa con grados bajo (ocho localidades) y medio (cinco localidades) (CONEVAL, 2020). El esquema de tenencia de la tierra predominante es la parcela en pequeña propiedad, únicamente dos sitios de muestreo se ubicaron dentro de propiedad ejidal (Ejidos de Ocotitlan e Ixhuatlán y su anexo Ixcapantla) (RAN, 2022).

6.4.2 Clasificación del uso del suelo de los SAF con presencia de *Chamaedorea tepejilote*

Se utilizaron imágenes satelitales Landsat 8-9 del área de estudio del 2022 con todas las bandas corregidas atmosféricamente, mediante la plataforma EO Browser en la página Sentinel-hub.com. Se tomaron en cuenta las bandas 5 y 4 para obtener el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) que indica la cantidad o el vigor de la vegetación dentro de un pixel (Weier y Herring, 2000), con la siguiente ecuación:

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R}$$

Donde *NDVI* es el índice de vegetación que varía entre -1 y 1, *IR* representa la banda de infrarrojo cercano y *R* la banda roja visible. Los valores altos indican actividad fotosintética y evapotranspiración de la cubierta vegetal, los valores bajos indican escasez o nula cubierta vegetal y los valores negativos hacen referencia a nubes, agua y nieve (Weier y Herring, 2000; Arboit, 2017). Posteriormente, a partir del mapa de NDVI con el programa Arcgis 10.5 se realizó una clasificación no supervisada de la cobertura vegetal para el año 2022 y se obtuvieron cuatro principales usos de suelo: infraestructura, cultivos anuales, acahual joven y área boscosa.

También se obtuvo la cobertura vegetal de los sistemas de manejo donde crece el tepejilote, los cuales se reconocieron mediante entrevistas semiestructuradas aplicadas a productores y muestreos en campo, siguiendo la metodología del muestreo de bola de nieve (Bernard, 2006; Salamanca y Martín-Crespo, 2007) que consistió en preguntar quiénes son las personas que cultivan o venden tepejilote en la región. A través del programa Jamovi 2.3 se elaboró una tabla de contingencia para explicar la relación entre los sistemas de manejo y los usos de suelo, y se realizó el análisis estadístico chi-cuadrado (X^2).

6.4.3 Cambio en la cobertura forestal de 1993-2022

El cambio en la cobertura forestal se evaluó mediante el análisis de cuatro imágenes satelitales temporales: Landsat 4-5 TM de 1993, Landsat 7 ETM+ del 2003, Landsat 8-9 del 2014 y Landsat 8-9 del 2022. Para cada imagen se realizaron procedimientos de corrección atmosférica, rectificación geométrica y el recorte del área de estudio. Las imágenes temporales se alinearon espacialmente para asegurar que los cambios se comparen en la misma ubicación en todas las imágenes. Se realizó la segmentación de imágenes para dividir las en unidades de paisaje asignándoles una categoría de uso de la tierra mediante el NDVI, obteniendo bosques, cultivos, áreas urbanas, etc., por medio de técnicas de clasificación supervisada. Una vez clasificadas las imágenes, se compararon las categorías de uso de la tierra en diferentes fechas para identificar los cambios que han ocurrido, así mismo se analizaron las diferencias en la distribución espacial y las cantidades por clases de uso de la tierra en distintas fechas para identificar los cambios que han ocurrido.

6.4.4 Métricas del paisaje

Se obtuvieron las siguientes métricas del paisaje para cada año de cobertura vegetal utilizando para el cálculo el paquete Fragstats, que proporciona información cuantitativa sobre la composición y configuración de los elementos del paisaje.

A continuación, se presentan algunas de las métricas más comunes utilizadas en Fragstats (McGarigal, 1995):

1. Métricas de Fragmentación

- Número de fragmentos: indica la cantidad total de parches o fragmentos en el paisaje.
- Tamaño medio de los fragmentos: proporciona el tamaño promedio de los fragmentos en el paisaje.
- Índice de forma del fragmento: evalúa la forma del fragmento, considerando su área y perímetro.

2. Métricas de Diversidad

- Índice de diversidad de clases: mide la variedad de diferentes tipos de paisaje presentes en el área de estudio.
- Índice de diversidad de Shannon: cuantifica la distribución equitativa de los tipos de paisaje en el área de estudio.

3. Métricas de Conectividad

- Distancia media al vecino más cercano: indica la distancia promedio entre un punto en el paisaje y su vecino más cercano.
- Coeficiente de conectividad: evalúa la conectividad entre diferentes fragmentos del paisaje.

Finalmente se consultaron las variables económicas del cultivo de café de la zona desde 1990 hasta la fecha, con el fin de encontrar una relación entre el cambio en las métricas del paisaje y la cobertura forestal.

6.5 Resultados

Al analizar las imágenes satelitales se propusieron cuatro grandes categorías en las que se pueden encontrar los sistemas de manejo donde crece el tepejilote (Tabla 10):

- a) **Áreas boscosas.** Esta zona tuvo el mayor valor de NDVI con un rango de 0.64-0.84 y hace referencia a lugares asociados a remanentes de bosque

mesófilo, sobre todo en sitios con pendiente muy pronunciada y áreas de cultivo de café bajo sombra con al menos 30 años de antigüedad. Algunas especies de árboles encontradas en esta zona son: *Tapirira mexicana*, *Cupania dentata*, *Inga pavoniana*, *Juglans olanchana* y *Alchornea latifolia*. En esta categoría el tepejilote crece en cuatro tipos de sistemas de manejo:

Tepejilotal. Se encuentra en áreas específicas bajo árboles de sombra dispersos, donde únicamente crece el tepejilote con alta densidad, sin estrato herbáceo. El tepejilote se desarrolla en ambientes húmedos a 1180-1400 m s. n. m. en terrenos planos y 800-1150 m s. n. m. en barrancas. El manejo que recibe el sistema son chapeos para remover individuos jóvenes de tepejilote y evitar el sobrepoblamiento, también se realizan podas para estimular el crecimiento de la inflorescencia.

Café con tepejilote. Este sistema se puede tener en zonas de montaña, barrancas y sitios planos, el cultivo principal es el café en surcos en los que de forma intercalada crece el tepejilote. El manejo del tepejilote es riguroso por parte de los productores para evitar el crecimiento de individuos que compitan con el café o le generen un exceso de sombra, por lo que se realizan chapeos, podas de hojas y de crecimiento.

Cerco vivo. Compuesto por tepejilotes en hilera con una longitud promedio de 25 m, que se colocan en la periferia de las parcelas para delimitar los terrenos, en la rivera de los ríos o en sitios con alta pendiente para retener los suelos, ya que el tepejilote posee grandes raíces que sirven de sostén. En este sistema se realizan podas para controlar el tamaño de las hojas y de las plantas.

Jardines. Se ubican en los patios o terrenos detrás de las casas, junto con otras plantas que se utilizan principalmente para consumo de los propietarios. El tepejilote crece en grupos pequeños y el manejo que se realiza es mediante la eliminación de retoños.

- b) **Bosque secundario o acahual joven.** Esta categoría presenta una cobertura con valores de NDVI en un rango de 0.53-0.64, su área está conformada por bosques modificados en diferentes estados de sucesión vegetal, dominados por especies pioneras tardías con afinidad a la vegetación original. Son zonas que con anterioridad pertenecieron a parcelas con cultivos anuales o perennes. En esta categoría también se encuentran los sistemas de manejo de café con tepejilote, cerco vivo y jardín.
- c) **Cultivos anuales.** Zonas con valores de NDVI en un rango de 0.38-0.53, se refiere a los sitios de cultivos temporales como el maíz, caña y chayote, con baja densidad de árboles, pastizales y parcelas sin uso. En esta categoría se encuentran los sistemas de manejo de cerco vivo y traspatio.
- d) **Infraestructura.** Zonas con valores de NDVI en un rango de -0.48-0.38, considera los sitios urbanos como ciudades, poblados, solares, casas, zonas de terracería, vialidades e infraestructura para el campo como viveros. En esta categoría se encuentran los sistemas de manejo de cerco vivo y jardín.

El análisis estadístico para comprobar si existe una relación entre los sistemas de manejo en los que crece el tepejilote y el uso de suelo dio como resultado una X^2 de 23.6 y una $P= 0.005$, por lo tanto, las variables son dependientes. El cerco vivo y los jardines son dos sistemas de manejo que se pueden encontrar dentro de los cuatro usos de suelo, ambos se caracterizan por adaptarse a lugares con bajo recubrimiento del dosel, pero con abundante humedad y un manejo controlado en el desarrollo de la especie.

Tabla 10. Frecuencia de los sistemas de manejo dentro de cada cobertura vegetal.

USV	Sistema				Total (% de fila)
	café tepejilote	cerco	tepejilotal	jardín	
V.S	14.3	14.3	0	71.4	100
I.F	0	50	0	50	100
Bosque	35.9	12.8	38.5	12.8	100
Cultivo	0	33.3	0	66.7	100
Total	27.8	16.7	27.8	27.8	100

El café con tepejilote se puede encontrar dentro de la cobertura de áreas boscosas y acahual joven, que son lugares en los que se tiene mayor cantidad de sombra, mientras que el tepejilotal únicamente se encontró dentro de las áreas boscosas, en lugares donde predominaba el crecimiento de esta especie, acompañado de abundante sombra. En esta categoría de uso de suelo todos los sistemas de manejo están representados (Figura 11).

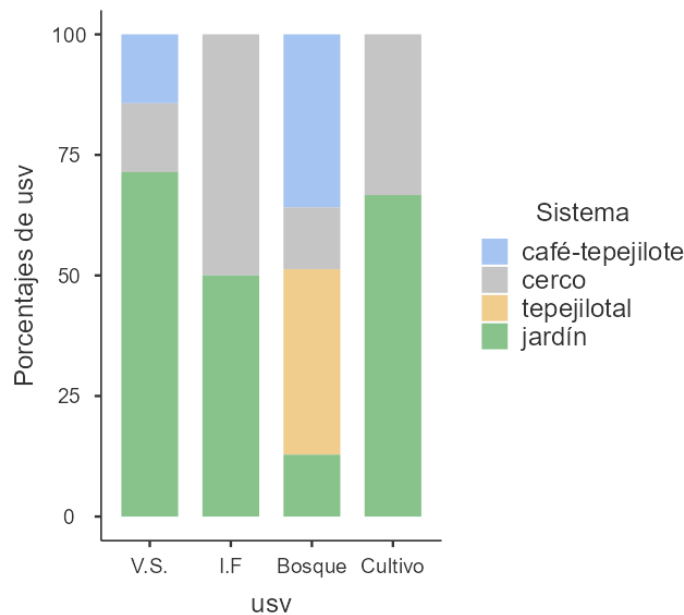


Figura 11. Frecuencia de los sistemas de manejo dentro de cada uso de suelo, en función de porcentajes. V.S = vegetación secundaria; I.F = infraestructura; usv = uso de suelo y vegetación.

El año 2022 tuvo una cobertura conformada por 58 % de áreas boscosas, 29 % de acahual joven y en menor cantidad cultivos e infraestructura (Tabla 11). La cobertura de acahual obtuvo el número de parche y el tamaño medio del parche más elevado, sin embargo, la variación en esta zona no es tan elevada en comparación con las áreas boscosas.

Tabla 11. Información sobre la cobertura vegetal del año 2022.

Cobertura	Porcentaje de cobertura (%)	Número de parches	Tamaño medio del parche	Coefficiente de variación
Infraestructura	3.6	870	2.59	1223.46
Cultivos	9.4	4146	6.26	285.31
Acahual joven	29	7015	169.1	800.456
Áreas boscosas	58	1780	3.12	2948.14

6.5.1 Cambio en las coberturas

En los cuatro años analizados se observan diferentes cambios en la cobertura (Tablas 11 y 12), las áreas boscosas incrementaron 62.3 % de cobertura de 1993 al 2014 y disminuyeron 14.6 % para el año 2022; para el mismo periodo, el acahual joven disminuyó 48.2 % e incrementó 10.9 %; los cultivos anuales disminuyeron 14.9 % e incrementaron 2.8 %; la infraestructura incrementó 1.6 % de 1993 a 2022.

Tabla 12. Cambio en la cobertura vegetal de 1993 a 2014.

Año	Porcentaje de cobertura (%)			Número de parches			Coefficiente de variación		
	1993	2003	2014	1993	2003	2014	1993	2003	2014
Infraestructura	2	1.9	2.6	617	387	705	856.8	915.9	1156.5
Cultivos	21.5	9.3	6.6	3759	3032	3348	1225.7	383.6	224.8
Acahual joven	66.3	44.8	18.1	1598	5199	7097	3384.4	2498	518.7
Áreas boscosas	10.3	44	72.6	4381	3762	887	428.3	2017.6	2728.7

Conforme aumenta la cobertura se observa un menor número de parches (Figura 12), como las áreas boscosas que pasaron de tener 3762 parches en el 2003 a 887 parches en el 2014.

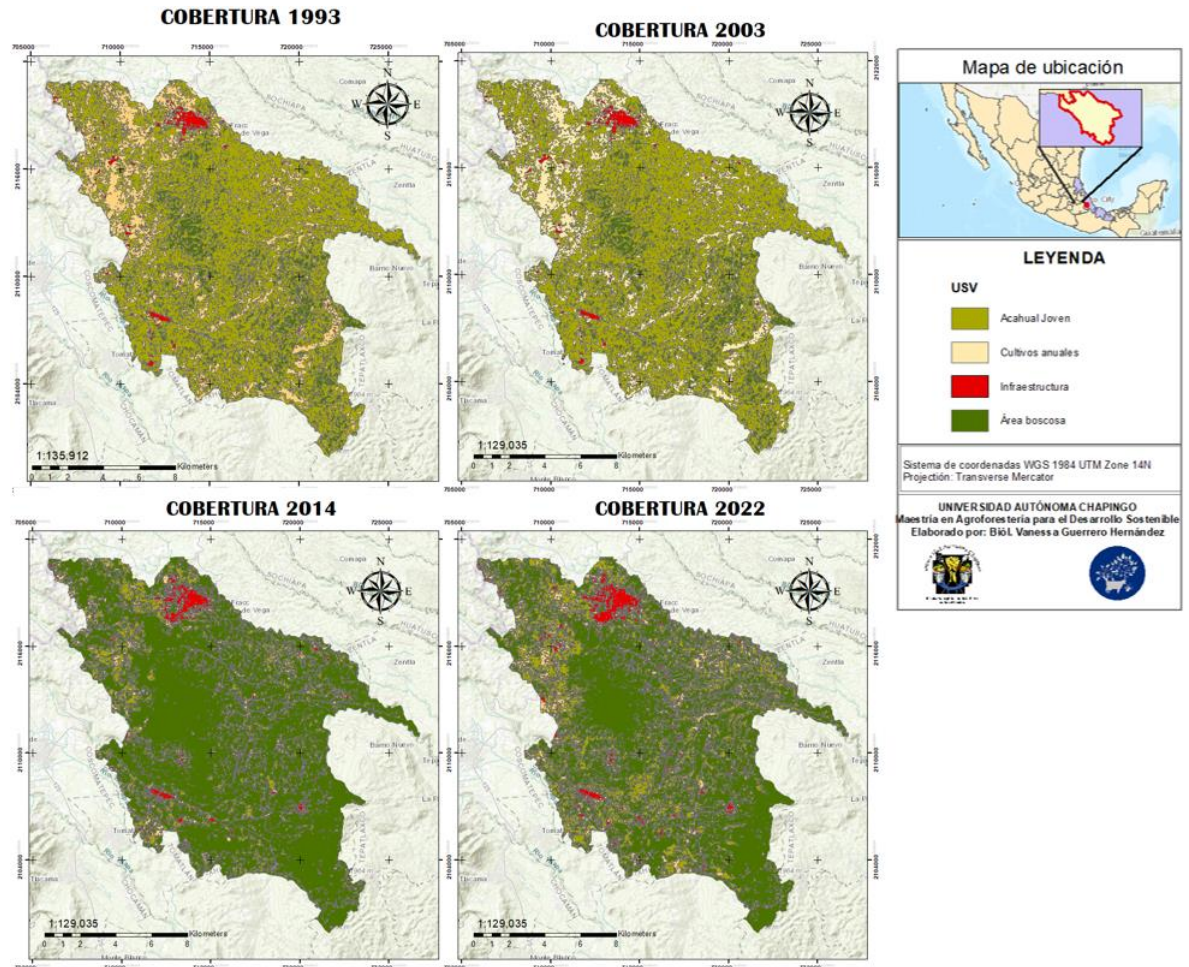


Figura 12. Uso de suelo de 1993-2022 en los municipios de Huatusco e Ixhuatlán del Café, Veracruz.

6.5.2 Métricas de paisaje

Todas las coberturas tienen un índice de dimensión fractal (Tabla 13) cercano a uno, lo que indica que los parches son poco complejos. De 1993 al 2022, la métrica de división del paisaje con respecto a la infraestructura no ha cambiado significativamente en comparación con otras coberturas, ya que se ha mantenido

fragmentada con el paso del tiempo, ocurre lo mismo en las áreas de cultivos anuales, donde la fragmentación se mantiene constante.

En relación con el acahual joven hubo un incremento de 0.585 a 1 del año 1993 al 2014, posteriormente la fragmentación se redujo para el 2022, con un valor de 0.993. Esta cobertura presenta cambios menos drásticos a través del tiempo en comparación con la cobertura de cultivos anuales, ya que el cultivo del café bajo sombra permite que se mantenga. Las áreas boscosas se recuperaron de un alto estado de fragmentación del año 1993 al 2014, reduciendo a la mitad la división del paisaje (1 - 0.5), posteriormente aumentó la fragmentación en el año 2022 (0.718).

Tabla 13. Métricas de diversidad de 1993 al 2022.

Uso de suelo	1993			2003		
	Distancia euclidiana del vecino más cercano (m)	Índice de dimensión fractal	División del paisaje	Distancia euclidiana del vecino más cercano (m)	Índice de dimensión fractal	División del paisaje
Infraestructura	8393.87	1.01	1	8400.77	1.02	1
Cultivos	8049.99	1.03	0.995	8249.62	1.03	1
Acahual joven	6552.62	1.04	0.585	7653.18	1.05	0.951
Área boscosa	7325.73	1.03	1	8065.07	1.04	0.886
Uso de suelo	2014			2022		
	Distancia euclidiana del vecino más cercano (m)	Índice de dimensión fractal	División del paisaje	Distancia euclidiana del vecino más cercano (m)	Índice de dimensión fractal	División del paisaje
Infraestructura	8402	1.01	1	7514.9	1.02	1
Cultivos	8489.88	1.02	1	7818.15	1.03	1
Acahual joven	7842.69	1.04	1	7658.18	1.04	0.993
Área boscosa	7496.11	1.03	0.5	8008.39	1.04	0.718

Por otra parte, el índice de diversidad de Shannon mostró los siguientes valores: 1993 (0.915), 2003 (1.016), 2014 (0.817) y 2022 (1.015), lo que indica que a lo

largo del tiempo la diversidad ha aumentado, es decir, el paisaje presenta mayor heterogeneidad.

6.5.3 Relación entre el precio del café y porcentaje de cobertura

El precio del café ha tenido cambios importantes de 1988 al 2022, mismos que dependen de valores y medidas internacionales y que generan un impacto en el manejo del paisaje y los cambios en la cobertura. En la Figura 13 se observa el precio promedio del café, durante 1988 a 2008 ocurrió un desplome en el precio, que propició el abandono de ese cultivo y el cambio a otros rentables como el maíz y el frijol para autoconsumo, motivo por el cual se incrementó la cobertura de cultivos anuales y acahual joven. Posteriormente, la cobertura de acahual y bosque, y por consiguiente del tepejilote, se recuperó por el aumento de los precios del café que se han mantenido hasta el 2022, debido al incremento de exportaciones, la estandarización de los precios por parte de instituciones internacionales y la demanda del recurso. Sin embargo, las áreas boscosas del 2014 al 2022 disminuyeron y se incrementaron los acahuales, lo que puede indicar un manejo diferente en el cultivo del café o la expansión de sus parcelas a zonas mayormente conservadas, debido a la mejora en el precio del producto.

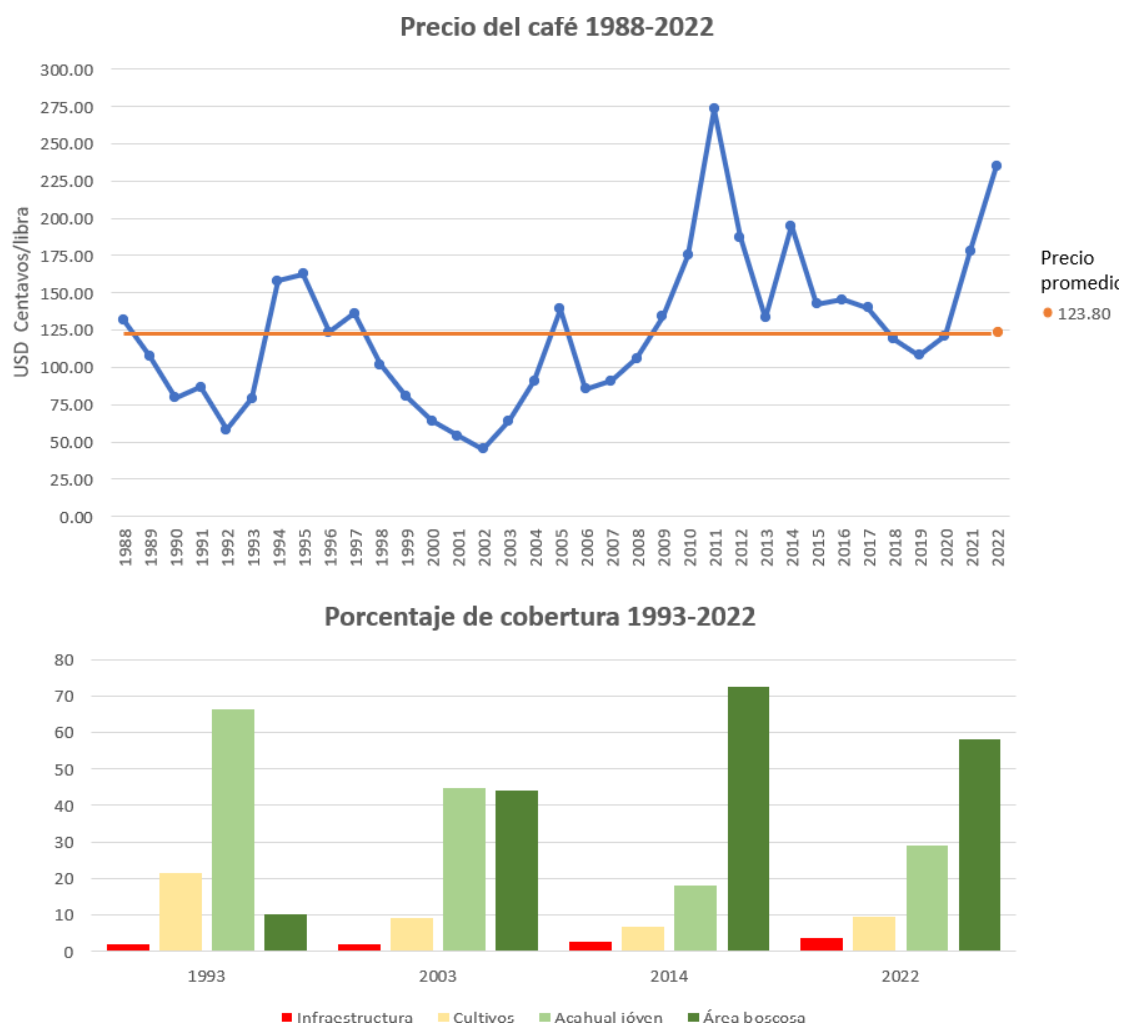


Figura 13. Relación entre el precio del café (OIC, 2020; Investing, 2023) y el porcentaje de cobertura.

6.6 Discusión

Los resultados obtenidos indican que la zona de estudio desde hace 30 años se ha visto sometida a una fuerte presión en los cambios del paisaje, motivo por el que la vegetación que era representativa (bosque mesófilo de montaña) se encuentra muy deteriorada y no fue posible distinguir esa cobertura. Esta transformación del cambio de uso de suelo en la zona concuerda con lo reportado por Hernández-Pérez et al. (2022) en su trabajo de fragmentación del paisaje en el centro de Veracruz, donde encontraron que en los años de 1989 al 2003 se registró un alto reemplazo del bosque mesófilo de montaña por café bajo sombra, cultivos agroforestales y pastizal inducido.

El rango de NDVI fue cercano entre las áreas boscosas y el acahual joven, debido al manejo que se tiene en esas áreas, en las que por lo general predomina el cultivo del café dentro de sistemas agroforestales con sombra controlada, de tal manera que las cuatro clasificaciones que se obtuvieron representan de forma general la cobertura de la zona. A escala de sistema de manejo se encuentran otras cuatro categorías de uso de suelo (tepejilotal, café-tepejilote, cerco vivo y jardín), que están determinadas por el cultivo y la densidad del tepejilote, es así que la heterogeneidad en la zona de estudio vista desde diferentes clasificaciones del paisaje es alta y variable, pero con alta dificultad para realizar una clasificación de vegetación con mayor exactitud.

El tepejilote (*Ch. tepejilote*) es un recurso forestal no maderable que requiere de sombra y humedad para su adecuado desarrollo, es por eso que el tepejilotal se encuentra únicamente en las áreas boscosas. El aprovechamiento y consumo del tepejilote es una estrategia de conservación del paisaje, ya que puede generar sitios de conectividad entre los usos de suelo, disminuyendo el número de parches de la zona conservada, en términos de su cobertura; esto puede generar oportunidades para el mantenimiento de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de un paisaje homogéneo. El cultivo del tepejilote con café es igualmente importante ya que puede ayudar a la diversificación de recursos económicos para las personas cuando el mercado del café disminuya de precio, evitando el cambio de uso de suelo a cultivos anuales. Así, la producción sostenible de alimentos cultivados y recolectados sirven como redes de seguridad para las comunidades, contribuyen con la salud del planeta, la subsistencia y la mitigación de problemas ambientales (Jansen et al, 2020; Steel et al, 2022).

En México, la producción y el precio del café han variado a través de la historia, restituyendo la vegetación y transformación del paisaje (Wiersum, 1997) (Figura 13) por factores económicos, sociales, políticos y ambientales. Además de la oferta y demanda del café, existen otras condiciones que determinan el precio, como las variaciones climáticas, la presencia de plagas y enfermedades, las

expectativas de los productores y consumidores sobre el comportamiento del mercado, los niveles de inventarios de las empresas y los requerimientos del mercado (Quintero y Rosales, 2014).

Durante la revolución de 1910 la producción bajó considerablemente debido al abandono de parcelas por parte de los propietarios y durante la década de los treinta fue notoria la recuperación de las tierras, lo que propició el diseño de políticas para mejorar y fomentar el cultivo del café (Hernández, 2022). Durante este tiempo han existido organismos encargados de la gestión de la producción de café, tales como el Consejo Mexicano del Café y el Instituto Mexicano del Café (INMECAFÉ), el cual fue creado en 1958 por el gobierno federal (Rojas-Herrera y Olguín-Pérez, 2018) y por 35 años tuvo un importante papel al definir la política cafetalera nacional, incrementar la producción, la comercialización e intervenir directamente en la regulación del mercado, beneficiando a los productores y apoyándolos con asistencia técnica para el manejo de sus cultivos (Hernández, 2022; Rojas-Herrera y Olguín-Pérez, 2018).

En 1980 se agudizó la crisis económica y la hiperinflación en el país (Celis, 2009; Bartra, 2011) a causa de la deuda externa y el derrumbe de los precios del petróleo, lo que propició que para finales de la década se desencadenara un desplome en los precios del café, disminuyendo hasta 30% y 40% en comparación con ciclos anteriores. Por otra parte, se presentaron impactos climáticos en el cultivo por las fuertes heladas en Puebla, San Luis Potosí y las partes altas de Veracruz, provocando que los propietarios dejaran de producir café, diversificaran sus cultivos comerciales dando prioridad al maíz y frijol para autoconsumo (Rojas-Herrera y Olguín-Pérez, 2018) o migraran de sus comunidades. Por tal motivo en 1993 el gobierno decidió desaparecer al INMECAFÉ e intentó mitigar los efectos incorporando a los productores más pobres a programas sociales, sin embargo, no dio resultado y uno de los impactos más fuertes que perjudicó el desarrollo del café fue la suspensión técnica a los productores (Hernández, 2022).

Como se señaló anteriormente, la producción histórica del café y los procesos sociales afectaron el paisaje en la zona de estudio; en 1993 se incrementaron las áreas de cultivos anuales, posteriormente, en 2014, con la recuperación del café y el desarrollo de nuevos programas sociales, la zona de acahual y de cultivos anuales disminuyó y se presentó un considerable aumento en las áreas boscosas. Esto indica que el mercado internacional del café es un elemento clave para las condiciones actuales del producto y que afecta la presencia del tepejilote.

El manejo adecuado de los SAF para mantener coberturas arboladas puede desarrollar bosques enriquecidos u oligárquicos, en los que la composición de los parches de vegetación original se puede alterar y seleccionar para la conservación de importantes recursos vegetales (López-Acosta et al., 2014; Covarrubias et al., 2008). Lo anterior es una estrategia de manejo forestal para la conservación de la biodiversidad y la economía entorno a las necesidades básicas de comunidades rurales (Belcher et al., 2000; Wiersum, 1997). Diversificar los productos asociados al café en los SAF es crucial para mantener la estructura del dosel en la zona de estudio, por lo que la incorporación del cultivo de tepejilote (*Ch. tepejilote*) genera una composición de soporte para mantener la cobertura. Estos resultados son similares a los encontrados por Lascurain-Rangel y colaboradores (2019) en los bosques enriquecidos con palma camedor (*Ch. elegans*) donde la cobertura de la vegetación secundaria se incrementó con el manejo y el cultivo de la palma. Para ello las personas desarrollan prácticas como la eliminación de árboles y la promoción de la dominancia de especies pioneras con sombra fácil de controlar; estos bosques generan servicios ecosistémicos para la adaptación a los cambios ambientales y en ciertos casos coexisten con el cultivo del café, por lo que son una alternativa económica y ambiental para las localidades. Es así que, para el caso de los SAF de café en la región de Huatusco e Ixhuatlán del Café, utilizar el tepejilote como un recurso extra para la diversificación de cultivos, genera ingresos económicos y alimenticios adicionales para las personas, mantiene la estructura del paisaje y beneficia al mantenimiento de los servicios ecosistémicos ante el cambio climático.

6.7 Conclusiones

El tepejilote (*Ch. tepejilote*) crece en conjunto con el café o en lugares diseñados principalmente para su cultivo bajo sombra que contribuyen al mantenimiento y conservación del paisaje diversificado dentro de una gama de SAF; lo anterior deriva en una estrategia sustentable para la subsistencia de pequeños productores, aun cuando el precio del café fluctúa con relación a múltiples factores socioeconómicos, políticos y ambientales. La estructura de los SAF con presencia de tepejilote son clave para el funcionamiento y dinámica del paisaje, con una destacada cobertura que asemeja a la vegetación del bosque original.

6.9 Referencias

- Alonso, L. I., León, A. C., & Gómez, M. U. (2020). Sistemas agroforestales tradicionales desde la perspectiva del "Buen Vivir". *Revista de Geografía Agrícola*, (65), 29-43.
- Arboit, M. E., (2017). Estimación del índice de vegetación en entornos urbanos forestados consolidados de baja densidad del área Metropolitana de Mendoza, Argentina. *CUADERNO URBANO. Espacio, cultura, sociedad*, 23(23), 33-60.
- Ascencio López, W. J., Pérez Ramírez, N., Méndez Espinoza, J. A., Regalado López, J., Ramírez Juárez, J., & Cajuste-Bontemps, L. (2018). Permanencia del uso de suelo agrícola ante la presión urbana-industrial en Huejotzingo, Puebla, México. *Acta universitaria*, 28(2), 42-52.
- Bartra, Armando (2011). *Tiempo de mitos y carnaval. Indios, campesinos, revoluciones. De Felipe Carrillo Puerto a Evo Morales*. México: Partido de la Revolución Democrática Distrito Federal, Itaca.
- Belcher, B., G. Michon, A. Angelsen, M. Ruiz-Perez, and H. Asbjørnsen. (2000). Cultivating(in) tropical forests? The evolution and sustainability of systems of management between extractivism and plantations. Pages 9–40 in H. Asbjørnsen, A. Angelsen, B. Belcher, G. Michon, M. Ruiz-Perez, and V. P. R. Wijesekara, eds., *Proceedings of the Workshop: Cultivating (in) tropical forests? The evolution and sustainability of systems of management between extractivism and plantations*. FORRESASIA Project, ETFRN and CIFOR, Kræmmervika, Lofoten, Norway.
- Bernard, R. (2006). Nonprobability sampling and choosing. En R. Bernard (Ed.). *Research methods in anthropology. Qualitative and quantitative approaches* (pp. 186-209). Altamira Press.

- Blancas, J., Casas, A., Pérez-Salicrup, D., Caballero, J., & Vega, E. (2013). Ecological and socio-cultural factors influencing plant management in Náhuatl communities of the Tehuacán Valley, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 9(1), 1-23.
- Brown CH. (2009). Development of agriculture in prehistoric Mesoamerica: the linguistic evidence. In: Staller JE, Carrasco M, eds. *Pre-Columbian foodways: interdisciplinary approaches to food, culture, and markets in ancient Mesoamerica*. New York: Springer, 71–108.
- Caballero, J., & Cortés, L. (2001). Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México. *Plantas, cultura y sociedad. Estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI*. Beatriz Rendon Aguilar, Silvia Rebollar Domínguez, Javier Caballero Nieto y Miguel Angel Martínez Alfaro (Editores). Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa y Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, DF, México, 79-100.
- Casas, A. (2001). Silvicultura y domesticación de plantas en Mesoamérica. *Plantas, cultura y sociedad. Estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI*. Beatriz Rendon Aguilar, Silvia Rebollar Domínguez, Javier Caballero Nieto y Miguel Angel Martínez Alfaro (Editores). Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad
- Celis Callejas, Fernando (2009). "CNOC: 20 años, una organización cafetalera independiente". En *La Jornada del Campo*, 27, 12 de diciembre.
- Cervantes-Zamora Y., Cornejo-Olguín S. L., Lucero-Márquez R., Espinosa-Rodríguez J. M., Miranda-Viquez E. & Pineda Velásquez A. (1990). 'Clasificación de Regiones Naturales de México', IV. 10. 2. *Atlas Nacional de México*. Vol. II. Escala 1: 4000000. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/maps/geo/renat4mgw.zip>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2014). 'Áreas elegibles para la conservación en México, 2014', escala: 1:250000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/maps/geo/aecon14gw.zip>
- Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), The Nature Conservancy - Programa México (TNC), Pronatura. (2007). 'Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad'. Escala 1: 1000000. D.F., México. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/maps/geo/pconsbmmgw.zip>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). (2020). Índice de rezago social 2020 a nivel localidad. https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indice_de_Rezago_Social_2020_anexos.aspx

- Covarrubias, M., López-Acosta, J. C., Lascurain-Rangel, M., Rebolledo, V., Pedraza, R. A., & Avendaño-Reyes, S. (2018). Bosques oligárquicos de *Oecopetalum mexicanum* enriquecidos con especies nativas de la Sierra de Misantla, México. *Madera y Bosques*, 24(3), 2431596. <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2431596>
- Escamilla P., E. (2015). Sistemas de cultivo de café en México. Memorias del Curso Anual de Cafecultura Universidad Autónoma Chapingo. Centro Regional Universitario de Oriente. Huatusco, Ver., México. 94 p.
- García, E. & Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (1998). 'Climas' (clasificación de Koppen, modificado por García). Escala 1:1000000. México. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/maps/geo/clima1mgw.zip>
- Granados-Sánchez, D., Hernández García, M. A., López Ríos, G. F., y Santiado López, M. (2004). El cultivo de palma camedor (*Chamaedorea* sp.) en sistemas agroforestales de Cuichapa, Veracruz. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 27(3), 233-241.
- Hernández P.M. (2022). El café en la región de Huatusco, Veracruz: Historia y formas de vida. Universidad Veracruzana. DOI: 10.25009/uv.2772.1649.
- Hernández-Pérez E., García-Franco J. G., Cantellano de Rosas E. (2022). Cambio de uso de suelo y fragmentación del paisaje en el centro de Veracruz, México (1989-2015). *Madera y Bosques*, 28(1), e2812294. <https://doi.org/10.21829/myb.2022.2812294>
- Hosni, H., Diallo, A., Morcillo, F., Vaissayre, V., Collin, M., Tranchant-Dubreuil, C., ... & Tregear, J. W. (2021). Redox-related gene expression and sugar accumulation patterns are altered in the edible inflorescence produced by the cultivated form of pacaya palm (*Chamaedorea tepejilote*). *Annals of Botany*, 128(2), 231-240.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) & Instituto Nacional de Ecología (INE). (2008). 'Ecorregiones terrestres de México'. Escala 1:1000000. México. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/maps/geo/ecort08gw.zip>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2019). Localidades de la República Mexicana, 2019, escala: 1:250000. edición: 1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Extraído de <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463674658> Aguascalientes, México.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2020). Censo de Población y Vivienda, México. Disponible en sitio web oficial de INEGI: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html#Documentacion>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2021). Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000, Serie VII. Conjunto Nacional.', escala: 1:250 000. edición: 1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México. Disponible en sitio web oficial de INEGI: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463842781>
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) & Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (1995). Edafología. Escalas 1:250000 y 1:1000000. México. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- International Coffee Organization (ICO). (2020). Prices paid to growers in exporting countries. https://www.ico.org/es/new_historical_c.asp
- Investing, (2023). Datos futuros del café EE.UU. <https://mx.investing.com/commodities/us-coffee-c>
- Jansen, M., Guariguata, M. R., Raneri, J. E., Ickowitz, A., Chiriboga-Arroyo, F., Quaadvlieg, J., & Kettle, C. J. (2020). Food for thought: The underutilized potential of tropical tree-sourced foods for 21st century sustainable food systems. *People and Nature*, 2(4), 1006-1020.
- Kattan, G.H.; H. Álvarez L. y M. Giraldo. (1994). Forest fragmentation and bird extinctions: San Antonio eighty years later. *Conservation Biology* 8:138-146.
- Kusuma, Y. W. C., Rembold, K., Tjitrosoedirdjo, S. S., & Kreft, H. (2018). Tropical rainforest conversion and land use intensification reduce understorey plant phylogenetic diversity. *Journal of Applied Ecology*, 55(5), 2216-2226.
- Lascurain-Rangel, M., Rodríguez-Rivas, G., Gómez-Díaz, J. A., Alvarez-Palacios, J. L., Benitez-Badillo, G., López-Binnquist, C., ... & López-Acosta, J. C. (2019). Long-term enrichment with the camedor palm (*Chamaedorea elegans* Mart.) improved forest cover in an anthropogenic tropical landscape. *Forest Ecology and Management*, 450, 117499.
- López-Acosta, J. C., Lascurain, M., López Binnquist, C., & Covarrubias, M. (2014). Structure and floristic composition of forest management systems associated with the edible fruit tree *Ocotea mexicana* in the Sierra de Misantla, Veracruz, Mexico. *Economic Botany*, 68, 44-58.

- McGarigal, K. (1995). FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure (Vol. 351). US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.
- Mejía L, J., Campos A. G., Rodríguez O., G, Enríquez R., López, J. (2018). Evaluación física de semillas de *Chamaedorea tepejilote* Liebm. Ex Mart. Revista Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias, 9(21),1108-1118.
- Mont, J. J. C., Gallardo, N. R., & Johnson, D. V. (1994). The Pacaya Palm (*Chamaedorea tepejilote*; Arecaceae) and its food use in Guatemala. Economic Botany, 48(1), 68-75.
- Peters, C. M. (2000). Precolumbian Silviculture and Indigenous Management of Neotropical Forests. In Imperfect balance. Landscape Transformations in the Pre-Columbian Americas. David Lentz (Edited). (pp. 203-224). Columbia University Press.
- Quintero Rizzuto, M. L., & Rosales, M. (2014). El mercado mundial del café: tendencias recientes, estructura y estrategias de competitividad. Visión Gerencial, (2), 291-307.
- R Core Team (2021). R: A Language and environment for statistical computing. (Version 4.1) [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from MRAN snapshot 2022-01-01).
- Registro Agrario Nacional. (2022). Perimetrales de los núcleos agrarios certificados y Tierra de uso común. México. <http://datos.ran.gob.mx/conjuntoDatosPublico.php>
- Restrepo, C. y N. Gómez. (1998). Responses of understory birds to anthropogenic edges in a Neotropical montane forest. Ecological Applications 8:170-183.
- Rojas-Herrera, J. J., & Olguín-Pérez, A. M. (2018). Origen, desarrollo y perspectivas de las cooperativas cafetaleras de Huatusco, Veracruz. Liminar, 16(1), 119-133.
- Salamanca, A. B., & Martín-Crespo, M. C. (2007). El muestreo de la investigación cualitativa. Nure Investigación, 27.
- Sánchez Hernández, S., Mendoza Briseño, M. A., & García Hernández, R. V. (2017). Diversificación de la sombra tradicional de cafetales en Veracruz mediante especies maderables. Revista mexicana de ciencias forestales, 8(40), 7-18.
- Steel, E. A., Bwembelo, L., Mulani, A., Siamutondo, A. L. M., Banda, P., Gumbo, D., ... & Ickowitz, A. (2022). Wild foods from forests: Quantities collected across Zambia. People and Nature.

- Tang, K. H. D. (2019). Impacts of climate change on tropical rainforests' adaptive capacity and ecological plasticity. *Climate Change Facts, Impacts and Solutions*, 1, 1-5.
- The jamovi project (2022). jamovi. (Version 2.3) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
- Toledo, V. M. & Jesús Ordóñez, M. J. (2009). 'Zonas ecológicas de México'. Extraído de los proyectos A006 y E021: 'Diagnostico de los escenarios de la biodiversidad en México', fases 1 y 2. Escala 1:1,000,000. Centro de Ecología, UNAM. El proyecto fue financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). México. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/maps/geo/zecol1mgw.zip>
- Toledo-Aceves, T., García-Franco, J. G., Williams-Linera, G., MacMillan, K., & Gallardo-Hernández, C. (2014). Significance of remnant cloud forest fragments as reservoirs of tree and epiphytic bromeliad diversity. *Tropical Conservation Science*, 7(2), 230-243.
- Velázquez T. A. (2001). Privatización de empresas públicas e impacto regional. La crisis cafetalera nacional [Tesis de maestría], INAP, Ciudad de México.
- Villar M. D. (2020). Revisión taxonómica del género *Chamaedorea* Willd. (Arecaceae) en México. tesis de Maestría. UNAM
- Wiersum, K. F. (1997). Indigenous exploitation and management of tropical forest resources: An evolutionary continuum in forest-people interactions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 63:1–16.
- Wiersum, K. F., & Gómez-González, I. C. (2000). Intermediate forest types as nature-human systems: characteristics and future potential. In International Workshop 'Cultivating (in) tropical forests, the evolution and sustainability of intermediate systems between extractivism and plantations.' Lofoten, Norway.
- Williams-Linera, G. (2002). Tree species richness complementarity, disturbance and fragmentation in a Mexican tropical montane cloud forest. *Biodiversity and Conservation* 11, 1825-1843.
- Zakaria, M., Rajpar, M. N., Ozdemir, I., & Rosli, Z. (2016). Fauna diversity in tropical rainforest: Threats from land-use change. *Tropical forests-the challenges of maintaining ecosystem services while managing the landscape*, 11-49.
- Weier, J., & Herring, D. (2000). Measuring vegetation (NDVI & EVI). Earth observatory, NASA. http://earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_2.php (Acceso el 24 de mayo de 2023).