



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

**PROYECTO TERMINAL**

MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE ESPECIES VEGETALES EN  
ACAHUALES DE DOS COMUNIDADES DE TLAHUILTEPA, HIDALGO,  
MÉXICO.

**Para obtener el grado de**

Maestro en Gestión Ambiental

**P R E S E N T A**

Juan Carlos Baltazar Núñez

**Director**

Dr. Raúl Ortiz Pulido

**Codirector**

Dr. Otilio Arturo Acevedo Sandoval

**Asesoras**

Dra. Jessica Bravo Cadena

Dra. Graciela Alcántara Salinas



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

School of Engineering and Basic Sciences

Área Académica de Biología

Department of Biology

Mineral de la Reforma, Hgo., a 27 de mayo de 2025

Número de control: ICBI-AAB/426/2025

Asunto: Autorización de impresión.

**MTRA.OJUKY DEL ROCIO ISLAS MALDONADO**  
**DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR DE LA UAEH**

El Comité Tutorial del nombre del producto que indique el documento curricular del programa educativo de posgrado titulado "Manejo y aprovechamiento de especies vegetales en acahuales de dos comunidades de Tlahuiltepa, Hidalgo, México", realizado por el sustentante Juan Carlos Baltazar Nuñez con número de cuenta 250068 perteneciente al programa de MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL, una vez que ha revisado, analizado y evaluado el documento recepcional de acuerdo a lo estipulado en el Artículo 110 del Reglamento de Estudios de Posgrado, tiene a bien extender la presente:

**AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN**

Por lo que el sustentante deberá cumplir los requisitos del Reglamento de Estudios de Posgrado y con lo establecido en el proceso de grado vigente.

Atentamente  
"Amor, Orden y Progreso"

El Comité Tutorial

  
Dr. Raúl Ortiz Pulido  
Vocal

  
Dr. Otilio Arturo Acevedo Sandoval  
Presidente

  
Dra. Graciela Alcántara Salinas  
Secretario

  
Dra. Jessica Bravo Cadena  
Suplente



DMGH/

Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo Km. 4.5 Colonia Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México C.P. 42184  
Teléfono: 52 (771) 71 720 00 Ext. 40063, 40064 y 40065  
aab\_icbi@uaeh.edu.mx, maritzal@uaeh.edu.mx

"Amor, Orden y Progreso"



2025



uaeh.edu.mx

## **Agradecimientos**

Agradezco infinitamente a toda mi familia que es lo más valioso que la vida me ha regalado, por ser mi principal motivación para salir adelante, en especial a mis padres por todo su amor, confianza y apoyo en todo momento, a cada uno de mis hermanos (J. Luis, Araneli, Jesús, Diana y Rigoberto) por su cariño, apoyo y compañía y por ser parte de mi vida. A mis tíos (Ma. Natividad y Martín) por sus acciones, palabras, y por seguirme en mi camino personal y profesional.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca otorgada que hizo posible la realización de mis estudios de maestría.

Al Dr. Raúl Ortiz Pulido por su paciencia, tiempo, dedicación y apoyo durante todo el proceso de la presente investigación. Muchas gracias por darme las herramientas para llevar a cabo este trabajo, por brindarme su amistad y por compartir sus conocimientos.

Al Dr. Otilio Acevedo, a la Dra. Graciela Alcántara y a la Dra. Jessica Bravo por formar parte de mi comité y por brindarme su apoyo y asesoramiento para llevar a cabo este estudio.

A cada uno de los pobladores de las comunidades de El Demañi y Palo Perdido, por su apoyo en las actividades de trabajo comunitario, recorridos y entrevistas, así como por brindarme su hospitalidad y generosidad.

## Índice

<b>1. RESUMEN</b> .....	1
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	3
Servicios Ecosistémicos Forestales desde el Conocimiento Tradicional. ....	3
<b>3. ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	6
Localización.....	6
Clima .....	6
Hidrología .....	7
Geología y edafología .....	7
Topografía.....	7
Vegetación .....	7
Recursos Forestales .....	9
Fauna .....	10
Historia y características de la población de Demañi y Palo Perdido.....	11
<b>4. MARCO LEGAL</b> .....	16
Marco legal aplicable a los acahuales.....	18
Vinculación del proyecto con programas ambientales vigentes.....	19
<b>5. JUSTIFICACIÓN</b> .....	23
<b>6. OBJETIVOS</b> .....	25
General .....	25
Específicos .....	25
<b>7. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	26
7.1 Estado del Arte .....	26
<i>Heurística</i> .....	26
<i>Hermenéutica</i> .....	27
7.2 Análisis de configuración del paisaje.....	27
<i>Delimitación hidrográfica de la zona de estudio</i> .....	27
<i>Clasificación</i> .....	27
7.3 Trabajo etnográfico .....	31
<i>Aproximación</i> .....	32
<i>Recorridos en sitios de muestreo</i> .....	33
<i>Entrevistas</i> .....	34
7.4 Guía de especies vegetales.....	36
<b>8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	37
8.1 Estado del Arte .....	37
<i>Resumen de la literatura revisada sobre el manejo y aprovechamiento de los Acahuals en México</i> .....	39
<i>Brechas en el conocimiento actual sobre acahuales</i> .....	50

8.2 Análisis de configuración del paisaje .....	52
8.3 Conocimiento Tradicional.....	55
<i>Caracterización del sistema agrícola local.....</i>	55
<i>Registro de la flora útil .....</i>	59
<i>Registro de Plantas útiles en acahuales .....</i>	61
<i>8.4 Manejo de Acahuales .....</i>	76
<i>Situación jurídica actual en materia de acahuales .....</i>	81
<b>9. CONCLUSIONES .....</b>	<b>85</b>
<b>10. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>87</b>
<b>11. ANEXOS, EVIDENCIAS Y PRODUCTOS</b>	

## Índice de Tablas

Tabla 1. Especies de Fauna registradas en el área de estudio.....	11
Tabla 2. Metas del objetivo 15 de los ODS de la ONU y su alineación. ....	20
Tabla 3. Objetivos de Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 y su alineación.....	21
Tabla 4. Objetivos de P. Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024.....	21
Tabla 5. Objetivos del Plan de Desarrollo Estatal 2022-2028 y su alineación. ....	22
Tabla 6. Objetivos del Plan Municipal de Desarrollo, Tlahuiltepa, Hidalgo 2020-2024.....	22
Tabla 7. Marco lógico de los objetivos del proyecto. ....	32
Tabla 8. Clasificación de la vegetación secundaria según los periodos de descanso. ....	48
Tabla 9. Especies Vegetales registradas en Acahuales de la zona de estudio. ....	62
Tabla 10. Registro total de cantidad de plantas útiles por sitio de muestreo. ....	68
Tabla 11. Registro de plantas útiles en el sitio de muestreo 1. ....	68
Tabla 12. Registro de plantas útiles en el sitio de muestreo 2. ....	69
Tabla 13. Registro de plantas útiles en el sitio de muestreo 3. ....	70
Tabla 14. Registro de plantas útiles en el sitio de muestreo 4. ....	71
Tabla 15. Registro de plantas útiles en el sitio de muestreo 5. ....	71
Tabla 16. Registro de plantas útiles en el sitio de muestreo 6. ....	72
Tabla 17. Registro de plantas útiles en el sitio de muestreo 7. ....	72
Tabla 18. Registro de plantas útiles en el sitio de muestreo 8. ....	73
Tabla 19. Registro de plantas útiles en el sitio de muestreo 9. ....	73

## Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio .	6
Figura 2. Unidades de Manejo Forestal en el Estado de Hidalgo	10
Figura 3. Instrumentos jurídicos aplicables en materia ambiental y forestal de esta propuesta.	16
Figura 4. Marco legal aplicable en materia ambiental.	19
Figura 5. Resultado de mapeo comunitario digitalizado.	28
Figura 6. Taller participativo de mapeo de acahuales en Demañi, Hidalgo, México	29
Figura 7. Fotointerpretación de imágenes satelitales de la base de datos de Google Earth para la clasificación de bosques conservados.	29
Figura 8. Fotointerpretación de imágenes satelitales de la base de datos de Google Earth para la clasificación de acahuales.	30
Figura 9. Fotointerpretación de imágenes satelitales de la base de datos de Google Earth para la clasificación de deforestación.	31
Figura 10. Etapa de aproximación con pobladores de la zona de estudio	33
Figura 11. Diagrama de entrevistas realizadas	35
Figura 12. Grafica de enfoques prácticos, teóricos y metodológicos en la literatura revisada.	37
Figura 13. Caracterización del paisaje en la zona de estudio, Tlahuiltepa, Hgo.	53
Figura 14. Zonas deforestadas en 2009 con degradación en el municipio de Tlahuiltepa, Hgo.	54
Figura 15. Edades de los acahuales identificados en el municipio de Tlahuiltepa, Hgo., México.	55
Figura 16. Diagrama del sistema de agricultura utilizado en la zona de estudio.	56
Figura 17. Proceso de desmonte conservando residuos vegetales y retoño de los árboles.	57
Figura 18. Rotación de tierras para recuperar la fertilidad del suelo, en Demañi, Tlahuiltepa.	58
Figura 19. Grafica de uso de plantas registradas en los sitios de muestreo, Tlahuiltepa, Hgo.	60
Figura 20. Presentación de la “Guía Ilustrativa” a pobladores de la zona de estudio.	78

## 1. RESUMEN

Los acahuales son ecosistemas secundarios que surgen de la regeneración natural de la vegetación después del abandono de tierras agrícolas o ganaderas.

Muchas de las plantas que crecen en estos sistemas ecológicos son especies nativas con usos tradicionales para las comunidades locales, por lo cual es importante fomentar su conservación y manejo sustentable.

Con el propósito de analizar la función que cumplen los acahuales en las comunidades rurales, se llevó a cabo un estudio en las comunidades de Demañi y Palo Perdido, municipio de Tlahuiltepa, Hidalgo, México. En dicho estudio se documentó, mediante metodologías etnográficas, el conocimiento tradicional sobre el uso de la vegetación local y el sistema agrícola utilizado, así como el manejo y aprovechamiento actual de los acahuales, identificando estrategias sustentables desde un enfoque técnico, legislativo y educativo.

Los resultados pueden ser divididos en 4 grandes rubros: entrevistas, muestreos en campo, análisis de fotos satelitales y propuesta legislativa,

Los resultados de entrevistas a pobladores revelan que las personas en ambas comunidades mantienen un amplio conocimiento tradicional, el cual, en el uso de especies de plantas silvestres y cultivadas, arrojó un registro de 130 especies vegetales útiles. Estas especies pueden agruparse en siete categorías de uso: (1) medicinal, (2) alimenticio, (3) constructivo, (4) ornamental, (5) forrajero, (6) combustible y (7) cosmético. Entre estos destaca el uso medicinal como el más representativo.

Además, realizando muestreo en campo en nueve sitios, se analizaron las prácticas actuales de manejo de los acahuales. Con ello se registraron 48 especies vegetales con valor de uso en tres etapas de sucesión: inicial, intermedia y tardía. Las especies registradas con este método se clasificaron en siete categorías de uso, que son casi iguales a las previas: (1) medicinal, (2) alimenticio, (3) constructivo, (4) ornamental, (5) forrajero, (6) doméstico y (7) Repelente. Igual que en la lista anterior, la predominancia de uso fue la medicinal (54.1 %). Con base en esta información, se elaboró una guía ilustrativa con 48 especies útiles registradas en los acahuales muestreados, mediante fichas técnicas, las cuales incluyen: nombre común, nombre científico, características morfológicas, usos tradicionales, modos de uso e información adicional. Esto se hizo con el propósito de fortalecer la educación ambiental, preservar el conocimiento local e

impulsar el diseño e implementación de estrategias de manejo sustentable de acahuales, considerando los saberes e intereses locales de la zona de estudio.

Adicionalmente, mediante la fotointerpretación de imágenes satelitales (Google Earth, 2009–2022), se determinó que los acahuales en la zona ocupan 152.46 hectáreas de las 2,923.12 hectáreas presentes en la región. De igual manera, se determinó que los acahuales se distribuyen en pequeños fragmentos de vegetación que se ubican a distancias cortas de los asentamientos humanos, lo que facilita la obtención de recursos vegetales de ellos por parte de los pobladores de las comunidades humanas de la zona.

Finalmente, se diseñó un “Sistema de Compensación Ambiental” para la tala en acahuales, mismo que puede ser ocupado como instrumento jurídico municipal. Para ello se ocupó la metodología denominada “Factor de Compensación Forestal (FCF)”, basada en determinar el número total de árboles a compensar mediante información primaria verificada en campo, contemplando criterios y variables específicas para los ecosistemas más representativos en los acahuales de Tlahuiltepa, Hidalgo, así como las características de las especies destinadas a la tala. Este documento se entregó al cabildo del municipio de Tlahuiltepa para su discusión y, en su caso, aprobación e implementación.

En conclusión, los resultados resaltan la importancia del conocimiento tradicional en las comunidades de Demañi y Palo Perdido en cuanto al manejo de las especies vegetales creciendo en acahuales de distinta edad. Con este documento se pretende promover la integración de estrategias locales al manejo sustentable, educación ambiental y desarrollo de instrumentos normativos apropiados.

## 2. MARCO TEÓRICO

Servicios Ecosistémicos Forestales desde el Conocimiento Tradicional.

Los ecosistemas forestales, debido a su amplia distribución, poseen una gran diversidad de biota, contribuyendo a importantes funciones ecológicas, las cuales se traducen en Servicios Ecosistémicos (en adelante SE) (Avendaño *et al.*, 2020), definidos por Quijas y Balvanera (2010) como “los componentes de los ecosistemas que se consumen directamente, que se disfrutan, o que contribuyen, a través de interacciones entre ellos, a generar condiciones adecuadas para el bienestar humano”.

Estos servicios se clasifican en cuatro categorías principales, según la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005): 1) servicios de abastecimiento (e.g., alimentos, agua, madera y recursos genéticos); 2) servicios de regulación (e.g., polinización, regulación climática, purificación del agua y captura de carbono); 3) servicios culturales (e.g., recreación y beneficios espirituales); y 4) servicios de apoyo (e.g., formación de suelos y producción primaria).

Particularmente, los Servicios Ecosistémicos de Provisión (SEP) desempeñan un papel fundamental en el suministro de alimentos, leña, materiales de construcción, medicinas y especies ornamentales, entre otros recursos esenciales para el bienestar de las comunidades rurales (Balvanera, 2012). Sin embargo, las poblaciones urbanas, además de ser grandes consumidoras de estos servicios, constituyen la principal fuente de los impactos ambientales que contribuyen a su degradación.

Entre los SE más afectados se encuentran los servicios de regulación, cuya alteración provoca la pérdida de funciones ecológicas clave, como la polinización, la calidad del agua, del aire y del suelo, la regulación de la temperatura y los ciclos biogeoquímicos (Avendaño *et al.*, 2020; EME, 2005).

La expansión agrícola sigue siendo una de las principales causas de la pérdida de millones de hectáreas de superficie forestal, junto con los cambios de uso de suelo para asentamientos urbanos, incendios forestales, tala clandestina, plagas

y enfermedades forestales (FAO, 2020). Por ello, algunos países han iniciado procesos de identificación y análisis de SE como una herramienta para lograr objetivos de conservación y desarrollo sostenible, desde una visión integral entre el capital natural y el bienestar de las poblaciones humanas (Latterra *et al.*, 2011).

En este proceso se reconoce la importancia del conocimiento tradicional, ya que contribuye a la conservación de la biodiversidad y a la preservación del patrimonio cultural de diversas comunidades y etnias (Fajardo y Verde, 2021; Bustamante y Ochoa, 2014). El conocimiento tradicional es “el conjunto de saberes, valores, creencias y prácticas concebidas a partir de la experiencia de adaptación al entorno local a lo largo del tiempo, compartidas y valoradas por una comunidad, y transmitidas de generación en generación mediante tres formas: 1) horizontal (entre individuos de la misma generación), 2) vertical (de padres a hijos) y 3) oblicua (de una generación a otra, sin que exista necesariamente un vínculo familiar)”.

La integración de los conocimientos tradicionales en el Convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica de 1992 marcó un hito en el reconocimiento de su valor e importancia para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, al reconocer el papel fundamental de las comunidades indígenas y locales en la protección de los ecosistemas, y al promover su participación en la toma de decisiones relacionadas con la gestión ambiental.

Específicamente, el Artículo 8 del convenio en mención establece que “los países deben respetar, preservar y promover los conocimientos, innovaciones y prácticas de las comunidades indígenas y locales que contribuyen a la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, así como la obligación de integrar estos saberes en la legislación nacional, garantizando su protección y fomentando la transferencia de conocimiento a futuras generaciones”.

Por lo anterior, en los últimos años ha crecido el interés por estudiar el saber local de diversos grupos étnicos, pueblos indígenas y comunidades rurales, en los cuales los recursos de los bosques son esenciales para su bienestar. A través de este mecanismo, el conocimiento local en estas áreas se vuelve más

relevante y diverso en la toma de decisiones (Pardo de Santayana, 2012; Verde *et al.*, 2012).

La importancia de las plantas como recursos fundamentales para las comunidades humanas destaca la necesidad de analizar y documentar el conocimiento tradicional que se tiene de ellas a través de metodologías etnográficas como lo es la etnobotánica (FAO, 2021). Este enfoque es fundamental para comprender cómo las personas utilizan, perciben, nombran, interpretan y organizan el conocimiento de sus recursos naturales (Fajardo y Verde, 2021), mediante una perspectiva integral que incluye aspectos antropológicos, biológicos, culturales y lingüísticos (Bermúdez *et al.*, 2005).

Algunos estudios sugieren que las zonas con mayor biodiversidad coinciden con aquellas que presentan una mayor diversidad cultural y lingüística, enfatizando la importancia del enfoque biocultural para la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales. Esta línea de investigación es especialmente relevante para países megadiversos como México (Bermúdez *et al.*, 2005).

Considerando lo anterior, este trabajo tiene el objetivo de registrar y documentar el manejo y aprovechamiento actual de los acahuales en dos comunidades del municipio de Tlahuiltepa, Hidalgo, México, con el propósito de rescatar y preservar el conocimiento tradicional relacionado con el uso de especies vegetales, para promover un manejo sustentable mediante estrategias de educación ambiental y la formulación de instrumentos jurídicos.

### 3. ÁREA DE ESTUDIO

#### Localización

Este estudio se realizó en las comunidades Demañi ( $98^{\circ}59'30.849''$  O,  $20^{\circ}55'43.763''$  N; 2,026 msnm) y Palo Perdido ( $98^{\circ}59'52.552''$  O,  $20^{\circ}56'11.460''$  N; 2,043 msnm), ubicadas en el municipio de Tlahuiltepa, Hidalgo, México ( $20^{\circ}55'24''$  N,  $98^{\circ}56'59''$  O; 560-2,600 msnm) (Figura 1), pertenecientes a la región geocultural de la Sierra Alta del estado de Hidalgo, integrada por 11 municipios: Zacualtipán de Ángeles, Tianguistengo, Xochicoatlán, Calnali, Tlanchinol, Lolotla, Molango de Escamilla, Eloxochitlán, Juárez Hidalgo, Tlahuiltepa y Tepehuacán de Guerrero (INEGI, 2020).

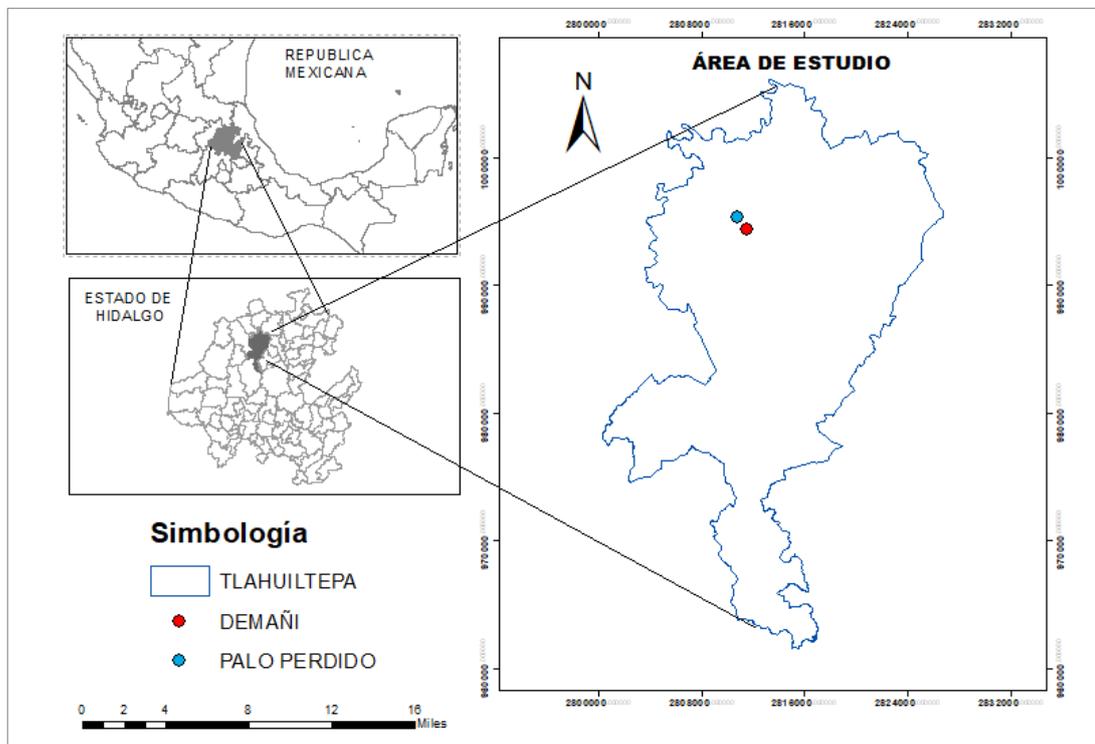


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio (Elaboración propia mediante el software ArcGIS 10.8).

#### Clima

La temperatura anual en Tlahuiltepa varía entre  $14^{\circ}\text{C}$  y  $24^{\circ}\text{C}$ , presenta climas, Ac (semicálido húmedo) con lluvias durante todo el año, Aw (cálido húmedo), Cf

(templado húmedo con lluvias en verano de menor, media y mayor humedad) y semicálido subhúmedo (INEGI, 2020).

La región bajo estudio se caracteriza por un clima templado-subhúmedo en las zonas altas, con una temperatura media de 18° C y una precipitación promedio anual de 1,000 mm, con temperaturas mínimas de -3°C y máximas de 22°C, (Castillo-Trujillo, 2024).

#### Hidrología

El área en cuestión está ubicada en dos microcuencas que forman parte de la subcuenca del río Amajac (RH26Ds), perteneciente a la cuenca hidrológica del río Moctezuma, que conforma la red hidrográfica del río Pánuco (RH26D) (SIATL, INEGI, 2023).

#### Geología y edafología

El área designada para el estudio presenta un relieve topográfico caracterizado por la presencia de zonas altas y medias con pendientes pronunciadas. El tipo de suelo de la zona corresponde a leptosol, el cual se refiere a suelos someros (con poca profundidad), conformados principalmente por rocas sedimentarias y gran cantidad de materiales calcáreos y no consolidados (INEGI, 2023).

#### Topografía

Tlahuiltepa, Hidalgo, se caracteriza por tener una superficie pronunciada. Los cerros del Águila, Chato y Grande destacan por su altitud dentro del relieve de la región (Velásquez-Tabares, 2020). La zona de estudio se encuentra a una altitud de 2,043 m en la localidad de Palo Perdido y de 2,028 m en Demañi, con pendientes máximas de 22° (INEGI, 2020).

#### Vegetación

Ambas localidades presentan distintos tipos de vegetación, que incluyen bosque tropical subcaducifolio, bosque mesófilo de montaña, bosque de encino y bosque de pino-encino (Ramírez-Bautista *et al.*, 2017).

Según la última clasificación del INEGI (2020), Carta de uso de suelo y vegetación, Serie VII, la superficie que ocupa la vegetación silvestre en Tlahuiltepa representa el 83.1 % del territorio total del municipio. Sin embargo, solo el 37.3 % corresponde a bosque primario, mientras que el 62.7 % se relaciona con vegetación secundaria. El bosque mesófilo de montaña ocupa el 22.1 % del territorio municipal, con 11,645 hectáreas, de las cuales el 41.1 % (4,783.3 hectáreas) corresponden a vegetación primaria y el 58.9 % (6,861.9 hectáreas) a vegetación secundaria, dominada por el estrato arbustivo (INEGI, 2020), lo que evidencia la pérdida de bosque mesófilo primario debido a la reconversión de áreas forestales a zonas de uso agropecuario, promoviendo un ecosistema frágil y con altos niveles de amenaza (Lorenzo *et al.*, 2019).

Las diferentes asociaciones de pino-encino suman 21,335.3 hectáreas, equivalentes al 40.5 % del territorio municipal, siendo el 40 % (8,652 hectáreas) bosque secundario. Estos ecosistemas se consideran de gran importancia en las comunidades rurales por el aprovechamiento de especies forestales para autoconsumo y, en general, por el flujo de servicios ecosistémicos que proporcionan.

Asimismo, se presentan “otras asociaciones” conformadas en su mayoría por matorral submontano y, en menor medida, por matorral crasicaule y bosque de táscate. Este tipo de asociaciones suman 10,814.7 hectáreas del área territorial municipal y se distribuyen de manera aislada en pequeños fragmentos, por lo cual no son considerados ecosistemas representativos de Tlahuiltepa.

Entre las especies de flora más características de la zona de estudio, reportadas por Ramírez-Bautista *et al.* (2017), se registran helechos de los géneros *Blechnum*, *Llavea*, *Holodictyum*, *Pecluma*, *Pleopeltis* y *Polypodium*; licopodios (*Selaginella* sp.), cícadas (*Ceratozamia fuscoviridis*), arbustos (*Cnidoscolus aconitifolius*) y árboles (*Alnus* sp., *Ceiba pentandra*, *Juniperus* sp., *Liquidambar* sp., *Quercus crassipes*, *Q. laurina*, *Q. polymorpha* y *Pinus* sp.).

## Recursos Forestales

La zonificación y gestión de los recursos forestales en México esta delimitada por Unidades de Manejo Forestal (UMAFOR), definidas por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable como:

*"Territorio con semejanzas físicas, ambientales, sociales y económicas, delimitado por la Comisión Nacional Forestal, en coordinación con las entidades federativas y con la opinión de sus Consejos Estatales Forestales; con el propósito de lograr una ordenación forestal sustentable, una planeación ordenada de las actividades forestales y el manejo eficiente de los recursos forestales".*

El área de estudio se ubica dentro de la UMAFOR 5 "Jacala-Tlahuiltepa", clave 1305 (Figura 2), con una superficie total de 395,232.05 ha, localizada al noreste del estado de Hidalgo. Esta unidad cubre completamente los municipios de Cardonal, Nicolás Flores, Chapulhuacán, Pacula, Eloxochitlán, Pisaflores, Jacala de Ledezma, Tlahuiltepa, La Misión y Zimapán. El Estudio Regional Forestal de la UMAFOR 1305 (2010) presenta información relevante sobre sus recursos forestales.

Para el municipio de Tlahuiltepa se registran cinco núcleos agrarios forestales, conformados por los ejidos Chichicaxtla, San Andrés y Miraflores, así como por las comunidades de Santiago e Itztamichapa.

La superficie arbolada en la Unidad de Manejo Forestal (UMAFOR) abarca 215,861.72 hectáreas, compuesta por bosques de coníferas y latifoliadas (encino, pino-encino), así como por bosque mesófilo de montaña. De esta extensión arbolada, el 18.73 % está conservado, mientras que el 81.27 % se encuentra fragmentado (Estudio Regional Forestal, Unidad de Manejo Forestal 1305, Estado de Hidalgo, 2012).

Las existencias volumétricas totales en la UMAFOR se distribuyen principalmente en bosques de coníferas, seguidos por latifoliadas y selvas. Los municipios con las existencias más significativas son Tlahuiltepa, La Misión y Jacala de Ledezma. En cuanto a la distribución por tipo de bosque, los bosques

de encino, pino-encino y encino-pino albergan la mayor proporción del volumen de madera, seguidos por el bosque mesófilo de montaña y el bosque de pino.

Los principales usos de los recursos forestales incluyen alimento, así como madera para leña, muebles y cercado.

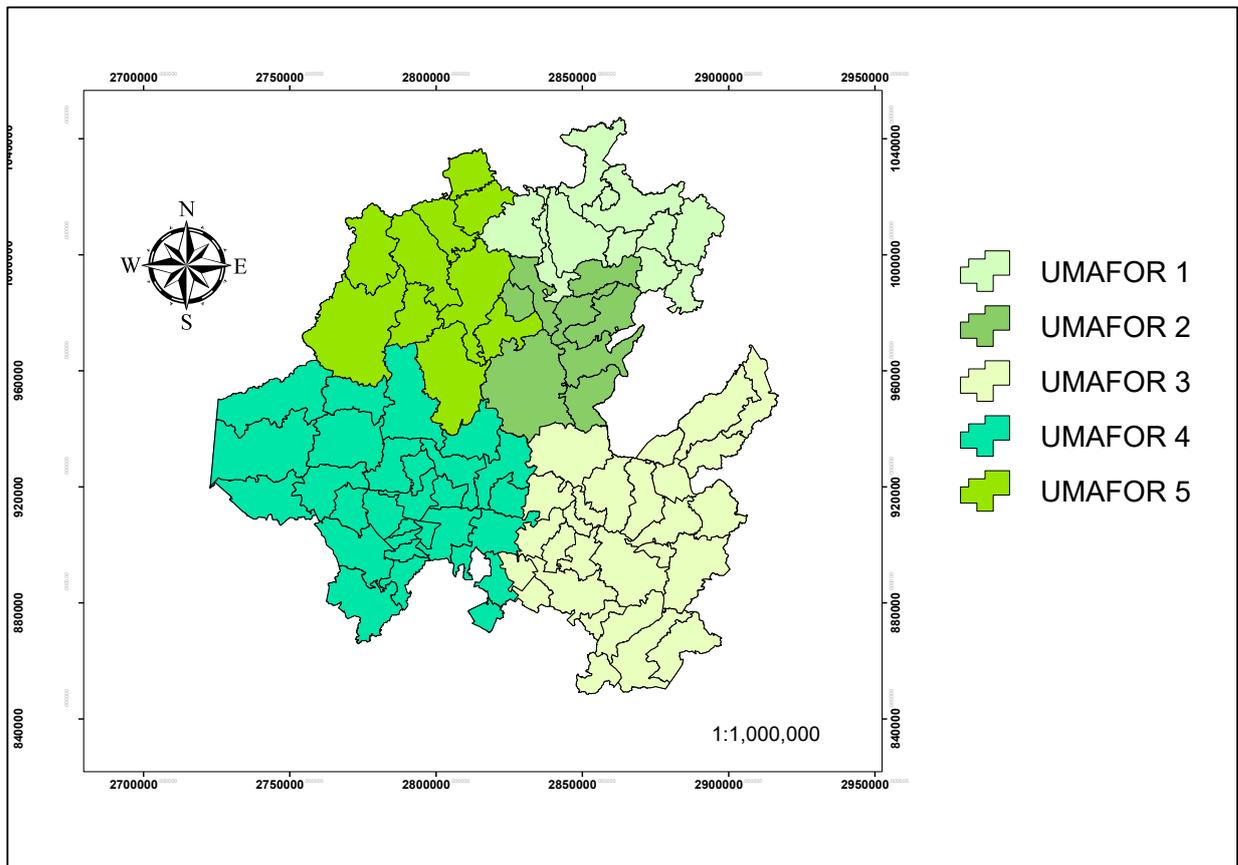


Figura 2. Unidades de Manejo Forestal en el Estado de Hidalgo (elaboración propia con el software ArcGIS 10.8, Información consultada del Estudio Regional Forestal Unidad de Manejo Forestal 130, Estado de Hidalgo, 2012).

## Fauna

La información sobre la riqueza faunística de la zona es limitada; sin embargo, Ramírez-Bautista *et al.* (2017) reportan un total de 24 especies pertenecientes a diversos grupos, como se muestra en la Tabla 1.

Adicionalmente, Aranda-Trejo, (2020) reportan un listado de 12 especies de anfibios distribuidas en seis familias, así como un total de 23 especies de reptiles.

En lo que respecta al grupo de las aves, particularmente los colibríes (familia *Trochilidae*), se tiene registro de siete especies (Guzmán-Arias, 2018).

Asimismo, Velásquez-Tabares, (2020) documentan 16 especies de mamíferos no voladores, las cuales pertenecen taxonómicamente a seis órdenes y once familias.

Tabla 1. Especies de Fauna registradas en el área de estudio (Ramírez-Bautista et al., 2017 ).

Grupo	Especie	Nombre común
Aves	<i>Euphonia elegantissima</i> ,	Euphonia gorro azul
	<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	Tucaneta verde
	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria dorso negro menor
	<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín jilguero
	<i>Setophaga townsendi</i>	Chipe de Townsend
	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo
	<i>Zenaida asiática</i>	Paloma de alas blancas
	<i>Ptilogonys cinereus</i>	Capulinerio gris
	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común
	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero bellotero
	<i>Hylocharis leucotis</i>	Colibrí zafiro oreja blanca
	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja
	<i>Dendrortyx barbatus</i>	Chivizcoyo
Anfibios	<i>Craugastor barbatus</i>	Rana de hojarasca común
	<i>Eleutherodactylus</i>	Ranitas ladradoras
	<i>Isthmura bellii</i>	Salamandra
Reptiles	<i>Sceloporus cyanogenys</i>	Lagarto espinoso
	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija panza azul-rosada
	<i>Ninia diademata</i>	Serpiente dormilona de collar
	<i>Atropoides nummifer</i>	Mano de metate
Mamíferos	<i>Glaucomys volans</i>	Ardilla voladora
	<i>Notiosorex sp.</i>	Musaraña
	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra

#### Historia y características de la población de Demañi y Palo Perdido

En cuanto al origen de Demañi y Palo Perdido, la información disponible es limitada. Sin embargo, según testimonios de pobladores locales, ambas comunidades fueron fundadas durante la Revolución Mexicana. Los primeros asentamientos se originaron con la llegada de personas provenientes del

municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo, como consecuencia del desplazamiento de algunas comunidades debido a los enfrentamientos armados (Ortiz-Pulido, comunicación personal, 2023).

#### *Medios de comunicación*

En el área de estudio, la señal telefónica es limitada; sin embargo, ha mejorado con el paso del tiempo. Actualmente, la comunidad de Palo Perdido cuenta con una antena telefónica que ha contribuido a una mejor red. Por ello muchas viviendas ya disponen de servicio de internet, lo que permite a los habitantes mantenerse comunicados. Como resultado, gran parte de la población cuenta con teléfono celular principalmente los jóvenes y, en menor medida, los adultos, así como televisores y radios.

#### *Educación*

La educación impartida a los niños corresponde a los niveles de preescolar, primaria y secundaria, y está a cargo del Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE). En la comunidad de Palo Perdido, solo se cuenta con escuela preescolar y primaria, ambas ubicadas en un espacio reducido con una sola aula. Por su parte, Demañi dispone de escuelas de nivel primaria y secundaria, en un espacio con tres aulas y una cancha techada con láminas de aluminio, donde principalmente se practica basquetbol.

#### *Servicio Médico*

Actualmente, la zona de estudio cuenta con una clínica ubicada en la comunidad de Palo Perdido, en la cual personal del sector salud brinda atención básica. Sin embargo, dicho personal posee conocimientos limitados, por lo que no se atienden enfermedades agudas ni padecimientos crónicos. Ante esta situación, los habitantes deben desplazarse a la cabecera municipal o incluso a otros municipios o estados para recibir atención médica adecuada.

Cabe señalar que, con base en el conocimiento local, en ambas comunidades aún se utiliza la medicina tradicional a base de plantas y ciertos animales para tratar diversos padecimientos y malestares.

#### *Censo general de población*

INEGI (2020), reporta una población total de 210 habitantes en Palo Perdido y de 149 en Demañi. Es importante tener en cuenta que la población real podría ser menor a la reportada por el INEGI, debido a que esta zona experimenta una considerable actividad migratoria hacia otros municipios y estados dentro del país, así como a los Estados Unidos de América del Norte.

### *Formas de Asentamiento*

En función de sus características topográficas y geológicas, que incluyen relieves altos, los asentamientos humanos se encuentran en lo alto de las montañas, donde hay laderas con poca inclinación. La mayoría de las viviendas son de concreto; sin embargo, aún se conservan algunas construcciones rústicas hechas de adobe o madera, con techos de teja o lámina y pisos de tierra.

### *Características lingüísticas*

El municipio de Tlahuiltepa cuenta con un total de 51 habitantes que hablan alguna lengua indígena, tales como náhuatl (26 habitantes), otomí (17 habitantes), huasteco (6 habitantes) y tlapaneco (5 habitantes) (Data México, 2020).

La información disponible sobre las raíces e influencias lingüísticas en la zona de estudio es limitada. Sin embargo, según los testimonios de los habitantes locales sobre el uso de ciertas palabras transmitidas por sus antepasados, se considera que el otomí fue la lengua indígena originaria en ambas comunidades, aunque localmente esta lengua ha caído en desuso y no se tiene registro de pobladores que aun la hablen (Ortiz-Pulido, comunicación personal, 2023).

### *Organización social*

En cuanto a la organización social, cada comunidad dentro de la zona de estudio cuenta con un Delegado como representante de la población. La selección de los delegados se realiza mediante votación por parte de los habitantes, y el cargo se renueva cada seis meses.

Para la toma de decisiones, ambas comunidades cuentan con un sistema participativo de organización, en el cual el Delegado convoca a reuniones

comunitarias para tratar diversos asuntos, como servicios básicos, proyectos comunitarios, problemáticas locales, programas de apoyo, entre otros temas de interés colectivo.

### *Alimentos tradicionales y vestido*

La base de la alimentación es muy diversa; sin embargo, se compone principalmente de productos agrícolas como maíz, frijol, hierbas comestibles, frutas y verduras. También se consume carne de pollo, cerdo o res, ya sea de animales criados por las propias familias o adquiridos en el comercio local. Una bebida común en la vida diaria es el café, que se toma a todas horas del día y suele endulzarse con “piloncillo”, localmente llamado “pilón”.

Entre los alimentos tradicionales destacan la elaboración y consumo de “pan blanco” y “pemoles”, un tipo de pan hecho a base de “polvo de maíz”. Asimismo, se preparan diversos guisados con “chile rayado”, un chile tradicional similar al chipotle, cultivado únicamente en condiciones específicas de zonas montañosas como las del municipio de Tlahuiltepa.

En lo referente a las prendas que se utilizan, aún se conserva la vestimenta tradicional del campesino mexicano. Las mujeres suelen vestir falda y blusa, y calzan zapatos de hule o tela. Los hombres visten pantalón y camisa, algunos usan sombrero tipo vaquero, y generalmente calzan huaraches o zapatos. Por su parte, los jóvenes y niños tienden a usar ropa contemporánea.

### *Aspectos religiosos*

En ambas comunidades, la religión predominante es la evangélica, seguida en menor medida por la pentecostés (Castillo-Trujillo, 2024). Cada religión cuenta con su propia iglesia, ya que este aspecto ocupa un papel muy importante en la vida cotidiana de los habitantes. Desde temprana edad, los niños son involucrados en actividades religiosas, lo que lleva a que muchas personas, especialmente mujeres, opten por convertirse en servidoras religiosas.

Actualmente, no se celebra ninguna festividad religiosa específica dentro de las comunidades, ya que no cuentan con figuras religiosas destacadas. Sin embargo, los habitantes suelen asistir a eventos religiosos en otras comunidades

del municipio o en municipios cercanos del estado de Hidalgo. De igual forma, celebraciones tradicionales como la Navidad y el Día de Muertos no tienen gran relevancia para estas comunidades, por lo cual no tienen una celebración en especial.

#### *Actividades económicas y productivas*

Tlahuiltepa presenta un índice de marginación alto, así como un gran rezago social, ya que se observa muy poca participación en la actividad económica (Vásquez y González, 2021). Las principales carencias sociales de Tlahuiltepa en 2020 fueron el acceso a la seguridad social, el rezago educativo y el acceso a los servicios básicos en las viviendas. Debido a estas situaciones de vulnerabilidad, actualmente muchas personas emigran de estas comunidades en busca de mejores oportunidades. En el caso de los hombres, generalmente migran hacia los Estados Unidos de América, ya sea de forma ilegal o mediante contratos temporales, con el objetivo de mejorar su situación económica. Por su parte, las mujeres suelen trasladarse a otros municipios o incluso a otros estados del país, principalmente en busca de opciones educativas.

En ambas comunidades de estudio, las principales actividades productivas se basan en el cultivo de productos para el consumo familiar y comercio local, principalmente maíz y frijol, así como en la cría o explotación de animales para autoconsumo y comercio regional.

#### 4. MARCO LEGAL

La evolución del sector forestal en México ha atravesado varias etapas que han determinado las condiciones actuales, influenciadas por su legislación tanto a nivel federal como estatal.

A lo largo de la historia, los gobiernos en México han emitido regulaciones, normas y leyes en materia ambiental con el propósito de establecer las bases jurídicas para la conservación, el aprovechamiento sustentable y la protección de los bosques (Caballero-Deloya, 2022).

Para efectos del presente trabajo, se realizó la revisión y el análisis jurídico aplicable en materia ambiental y forestal (Figura 3). Además, se atendieron las cuestiones legislativas necesarias para llevar a cabo dicha investigación, con el fin de cumplir con el marco legal correspondiente.



Figura 3. Instrumentos jurídicos aplicables en materia ambiental y forestal al tema de esta propuesta.

En términos jurídicos el trabajo referido se fundamenta en lo dispuesto en el artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el cual establece que: “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generarán responsabilidad para quien lo provoque, en términos de lo dispuesto por la ley”.

En este sentido, es decir, a nivel federal, otra ley importante es la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), que tiene por objeto establecer las bases para definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación, con el fin de preservar los ecosistemas, proteger la biodiversidad, restaurar y mejorar el ambiente, promover el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, y prevenir y controlar la contaminación del aire, agua y suelo. Asimismo, establece las atribuciones correspondientes en materia ambiental para la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la Constitución.

Bajo este contexto legal, la LGEEPA establece en su artículo 4° que: “La distribución de competencias en materia de regulación del aprovechamiento sustentable, la protección y la preservación de los recursos forestales y el suelo estará determinada por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS, D.O.F. 11/04/2022)” y su reglamento (D.O.F. 09/12/2020), los cuales tienen por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, así como la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos. Además, distribuyen las competencias en materia forestal entre la Federación, las Entidades Federativas, los Municipios y demás demarcaciones territoriales.

A nivel estatal, una legislación importante a considerar es la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Hidalgo, que es el instrumento legal que establece las disposiciones jurídicas que regulan los recursos forestales, con el fin de contribuir a la conservación, protección, fomento, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas

forestales del estado. Asimismo, establece la competencia del Estado y los Municipios en cuanto a las facultades y obligaciones conferidas al H. Ayuntamiento en todo lo referente al equilibrio ecológico y la protección al ambiente, conforme a lo establecido en los artículos 115, 116 y 141, fracción II, de la Constitución Política del Estado de Hidalgo, y los artículos 56, 57 y 60 de la Ley Orgánica Municipal del Estado de Hidalgo.

Finalmente, el municipio de Tlahuiltepa, Hidalgo, cuenta con el Reglamento de Ecología y Protección al Medio Ambiente Municipal 2020-2024 vigente, aprobado por el cabildo, como base jurídica en todo lo referente al equilibrio ecológico y la protección al ambiente dentro de su territorio de jurisdicción.

#### Marco legal aplicable a los acahuales

A pesar de que los acahuales son reconocidos como una de las principales fuentes de recursos naturales para las poblaciones humanas, han recibido escasa atención en el ámbito legislativo. Hasta el año 2021, no existían instrumentos jurídicos específicos que regularan su aprovechamiento y manejo. No obstante, en 2022 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), incorporando por primera vez lineamientos legales aplicables a estos ecosistemas.

En su modificación al artículo 42, fracción XX, y al artículo 69, fracción IV, se establece que corresponde a la SEMARNAT recibir los avisos de registro de acahuales o de aprovechamiento de recursos forestales provenientes de acahuales. Además, en este decreto se adiciona la Sección Octava, “Del Aviso de registro de acahuales y aprovechamiento de recursos forestales provenientes de acahuales”. Esta sección se compone de 17 artículos y transitorios de la LGDFS, los cuales establecen el procedimiento para registrar y solicitar autorización de aprovechamiento de recursos forestales provenientes de acahuales, el cual debe ser presentado ante el Comité Estatal Forestal.

En el caso de que los acahuales se pretendan destinar a un uso agrícola o pecuario de manera permanente, o a otro uso distinto al forestal, los titulares de los avisos de registro de acahuales y, en su caso, de aprovechamiento de

achahuales, deberán solicitar la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, de conformidad con lo establecido en esta LGDFS y su reglamento.

#### Vinculación del proyecto con programas ambientales vigentes

Se llevó a cabo un análisis detallado para alinear el presente trabajo con los objetivos ambientales prioritarios establecidos en diversos instrumentos de planeación y política pública a nivel internacional y nacional, considerando los programas y estrategias federales, estatales y municipales que rigen la gestión sostenible de los recursos naturales. Esta alineación garantiza que las propuestas del proyecto contribuyan al cumplimiento de objetivos ambientales en diferentes escalas de gobierno (Figura 4).



Figura 4. Marco legal aplicable en materia ambiental (Elaboración propia basada en la metodología de pirámide de Kelsen) aplicado al uso de achahuales en el municipio de Tlahuiltepa, Hidalgo, México (Galindo, 2018).

**Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe.**

En el contexto del presente trabajo, es conveniente revisar el objetivo 15 de los ODS de la ONU, que dice:

Objetivo 15.- Vida de Ecosistemas Terrestres: Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.

Este objetivo, ya cuadrando sus metas, indicadores y alineación con el trabajo presente, se indica en la Tabla 2.

Tabla 2. Metas del objetivo 15 de los ODS de la ONU y su alineación con el proyecto.

<b>Metas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Alineación con el Proyecto</b>
15.1 De aquí a 2030, asegurar la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y sus servicios, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas.	15.1.1 Superficie forestal en proporción a la superficie total.	El manejo sustentable de los acahuales contribuye a la conservación de la masa forestal, así como a la biodiversidad que alberga y a los servicios ecosistémicos que produce.
15.2 De aquí a 2030, promover la puesta en práctica de la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, detener la deforestación, recuperar los bosques degradados y aumentar considerablemente la forestación y la reforestación a nivel mundial	15.2.1 Avances hacia la gestión forestal sostenible	Se busca contribuir a la conservación de los ecosistemas a través de información que sirva a los actores locales para mejorar la gestión de los acahuales y reducir la presión sobre los bosques.
15.3 De aquí a 2030, luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con efecto neutro	15.3.1 Proporción de tierras degradadas en comparación con la superficie total.	Se contempla promover las buenas prácticas en la gestión de acahuales para favorecer la recuperación de la fertilidad del suelo y disminuir la degradación de los ecosistemas.

**Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024**

A nivel nacional es conveniente revisar el Plan Nacional de Desarrollo en su versión 2019-2024, cuyo objetivo prioritario vinculado con este proyecto puede

consultarse en la Tabla 3; así como el programa sectorial de medio ambiente y recursos naturales del periodo 2020-2024 (Tabla 4).

Tabla 3. Objetivos de Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 y su alineación con el proyecto actual.

Objetivo prioritario	Alineación con el Proyecto
El gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible para satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras. Lo cual resume aspectos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico.	La documentación del conocimiento tradicional sobre el manejo de los acahuales permite el abastecimiento de recursos naturales sin alterar los beneficios que estos ecosistemas proporcionan, a través de estrategias que promuevan las buenas prácticas para el manejo sostenible de los acahuales.

#### **Programa sectorial de medio ambiente y recursos naturales 2020-2024.**

Tabla 4. Objetivos de Programa sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 y su alineación con el proyecto.

Objetivo prioritario	Alineación con el Proyecto
Relevancia del objetivo prioritario 1: Promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad con enfoque territorial y de derechos humanos, considerando las regiones bioculturales, a fin de mantener ecosistemas funcionales que son la base del bienestar de la población.	Los acahuales presentan un potencial de servicios ecosistémicos que son vitales para el bienestar de la población, por lo cual es fundamental enfocar investigaciones para identificar estrategias de aprovechamiento y manejo que impulsen el bienestar de la población y, a su vez, conserven el conocimiento tradicional de los recursos naturales.

#### **Plan de Desarrollo Estatal 2022-2028**

A nivel estatal es adecuado consultar el Plan de Desarrollo Estatal, en su versión 2022-2028, cuyos objetivos relevantes para este proyecto se pueden consultar en la Tabla 5.

Tabla 5. Objetivos del Plan de Desarrollo Estatal 2022-2028 y su alineación con el proyecto.

<b>Acuerdo IV.-</b> Desarrollo Sostenible e infraestructura innovadora.	
<b>Objetivo 4.4:</b> Cuidado del Medio Ambiente: Protección del medio ambiente, la biodiversidad y la preservación de los recursos naturales, adaptándose responsablemente, frente a los efectos del cambio climático.	
<b>Objetivo</b>	<b>Alineación con el Proyecto</b>
<b>Objetivo 4.4.6.</b> Incrementar la capacidad estatal, para la conservación, restauración, conocimiento de la biodiversidad y los recursos naturales, impulsando su manejo y aprovechamiento sostenible.	El presente proyecto tiene como objetivo documentar el uso de plantas en acahuals para preservar y rescatar el conocimiento tradicional, así como promover estrategias para la gestión planificada de acahuals que impulse la conservación de los recursos naturales a través del aprovechamiento sustentable.

#### **Plan Municipal de Desarrollo, Tlahuiltepa, Hidalgo 2020-2024**

A nivel municipal, para este proyecto debe considerarse el Plan de Desarrollo Municipal de Tlahuiltepa, Hidalgo, en su versión 2024-2024 (Tabla 6).

Tabla 6. Objetivos del Plan Municipal de Desarrollo, Tlahuiltepa, Hidalgo 2020-2024 y su alineación con el proyecto.

<b>Objetivo</b>	<b>Alineación con el Proyecto</b>
Eje 2: Municipio Próspero y Dinámico; Implementar sistemas agroforestales de especies maderables con cultivos, ya sean alimenticios o económicos a escala paisaje.	Los resultados de la presente investigación pueden servir como base para reconocer y considerar a los sistemas agroforestales como una alternativa potencial para el manejo de acahuals, promoviendo la recuperación de la fertilidad del suelo y abastecimiento de alimentos, medicinas y productos maderables y no maderables.
C: Impulsar la educación ambiental, sostenibilidad y cambio climático.	A través de la elaboración de una guía sobre plantas útiles presentes en los acahuals de dos comunidades del municipio de Tlahuiltepa, Hidalgo, se busca fomentar el rescate del conocimiento tradicional y promover el manejo sustentable de los recursos naturales.

## 5. JUSTIFICACIÓN

En Tlahuiltepa, Hidalgo, la agricultura es la principal actividad primaria, y el sistema de Roza, Tumba y Quema (RTQ) es la práctica más utilizada para estos fines, lo que resulta en una gran superficie de zonas en descanso en diferentes etapas de madurez, denominadas "acahuales".

Actualmente, el uso legal de los acahuales está tipificado en la LGDFS. No obstante, se identifican vacíos normativos, ya que no se establecen lineamientos jurídicos que regulen la tala de árboles para uso doméstico. Esto es particularmente relevante dado que, en México, cerca del 75% de los bosques pertenecen a ejidos y comunidades, quienes representan un papel fundamental en su manejo y aprovechamiento (Chapela F., 2012).

En la zona de estudio, los bosques y ecosistemas asociados son una alternativa de autoabastecimiento de madera y productos no maderables. Sin embargo, la normatividad vigente genera una serie de obstáculos que limitan su manejo y aprovechamiento doméstico, especialmente en la extracción de madera para la obtención de leña y postes de construcción, que resultan del cultivo migratorio.

La comprensión del uso de la biodiversidad es crucial para una gestión efectiva de los ecosistemas. En la actualidad, en Hidalgo no existen estudios que analicen el aprovechamiento y manejo de los acahuales desde la perspectiva del conocimiento tradicional. En este contexto, la preservación de este conocimiento podría ser fundamental para asegurar un uso sostenible de los ecosistemas.

Por consiguiente, el presente trabajo tiene como propósito documentar el conocimiento tradicional relacionado con el aprovechamiento de especies vegetales, así como el manejo y uso de los acahuales, para promover una gestión sustentable que garantice el equilibrio entre el uso de los recursos naturales y su conservación, mediante instrumentos legislativos y la documentación del conocimiento tradicional sobre el manejo y aprovechamiento de recursos vegetales en los acahuales ubicados dentro de la zona de estudio.

Lo anterior, dirigido a la población involucrada y las autoridades locales, dado que los resultados obtenidos podrían constituir una base fundamental para identificar y desarrollar estrategias orientadas a mejorar la gestión de los acahuales, de acuerdo con las necesidades específicas de la comunidad.

La factibilidad de llevar a cabo este proyecto en las comunidades de Palo Perdido y Demañi se basa en el hecho de que los acahuales representan un valioso potencial ecosistémico y de provisión para estas comunidades. Sin embargo, también son el resultado de procesos de pérdida de cobertura vegetal, los cuales provocan deforestación y degradación forestal, por lo que es fundamental implementar acciones que favorezcan una gestión adecuada y sostenible.

## 6. OBJETIVOS

### General

Registrar y documentar el manejo y aprovechamiento actual de los acahuales en dos comunidades del municipio de Tlahuiltepa, Hidalgo, México, con el propósito de rescatar y preservar el conocimiento tradicional sobre el uso de especies vegetales, y mejorar el manejo sustentable de los acahuales mediante herramientas de educación ambiental y el desarrollo de instrumentos jurídicos adecuados.

### Específicos

1. Elaborar un documento que refleje del arte en el tema de acahuales en México, mediante la recopilación de información documental, con el fin de analizar el conocimiento existente en el país sobre el manejo, aprovechamiento y potencial ecosistémico que representan los acahuales para las comunidades rurales.
2. Analizar la configuración del paisaje, utilizando imágenes satelitales y datos proporcionados por los pobladores en la zona de estudio, para ubicar y determinar la superficie que ocupan los acahuales.
3. Analizar y documentar el conocimiento tradicional local, mediante la elaboración de una guía de especies vegetales útiles presentes en acahuales, con el fin de preservar y rescatar el saber ancestral sobre el uso de plantas.
4. Elaborar una propuesta jurídica destinada a regular el aprovechamiento forestal en los acahuales de Tlahuiltepa, Hidalgo, con el objeto de mitigar los impactos ambientales derivados de la tala de árboles en terrenos agropecuarios en descanso.

## 7. MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se basa en una "investigación exploratoria", concepto definido por Fernández-Collado, (2014) como "un tipo de estudio cuyo objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado previamente". El enfoque exploratorio resulta adecuado para este estudio, ya que los resultados obtenidos representan la fase inicial de un proceso de investigaciones más avanzadas, tales como estudios descriptivos, correlacionales y explicativos (Zafra-Galvis, 2006).

### 7.1 Estado del Arte

El estado del arte en el tema fue elaborado con el propósito de proporcionar una visión integral y actualizada sobre el manejo, aprovechamiento y potencial ecosistémico de los acahuales en México. Este análisis constituye una revisión detallada enfocada en el manejo de acahuales, los logros alcanzados en la gestión de estos ecosistemas y las áreas de conocimiento que aún requieren mayor atención o investigación. Dicho análisis busca describir el panorama actual para adoptar una postura crítica que facilite el análisis de los resultados obtenidos en esta investigación mediante dos etapas distintas. La primera etapa, denominada "heurística", se centró en la identificación y recolección de fuentes de información clave. En la segunda etapa, conocida como "hermenéutica", se abordó un proceso de lectura, análisis e interpretación de los datos recopilados, con el objetivo de relacionar y clasificar la información para su posterior análisis (Londoño *et al.*, 2014).

#### *Heurística*

En esta fase, se realizó un proceso de búsqueda de información documentada y literaria, utilizando una variedad de recursos, tales como libros, revistas de divulgación y de investigación científica, repositorios universitarios, así como sitios web académicos. Para ello, se emplearon palabras clave como: "acahual", "barbecho", "manejo", "aprovechamiento" y "vegetación secundaria", cuya combinación facilitó la recopilación de información necesaria para la elaboración del estado del arte. A través de una lectura preliminar y una revisión rápida, se

descartaron aquellas fuentes que no presentaban una relación directa con el tema de investigación.

Esta etapa fue esencial para seleccionar las fuentes apropiadas de información e identificar los criterios de búsqueda adecuados.

Como instrumento metodológico, se elaboró una matriz bibliográfica de datos (ver Anexo 2), que sirvió para el análisis y sistematización de los diversos tipos de textos revisados, los cuales constituyen el universo de información abordado desde diferentes enfoques prácticos, teóricos y metodológicos.

### *Hermenéutica*

El análisis de la información se desarrolló en función de tres objetivos:

- Describir el avance de investigación en el manejo y aprovechamiento de acahuales.
- Determinar y analizar los diferentes enfoques que se le han dado al tema de interés.
- Identificar vacíos de información.

## 7.2 Análisis de configuración del paisaje

La metodología empleada para el análisis del paisaje constó de tres etapas: (i) delimitación de la zona de estudio, (ii) clasificación supervisada mediante fotointerpretación de imágenes satelitales, y (iii) análisis comparativo de los resultados.

### *Delimitación hidrográfica de la zona de estudio*

Para delimitar la zona de estudio, se empleó el Simulador de Flujos de Aguas de Cuencas Hidrográficas (SIATL), el cual se basó en datos proporcionados por el INEGI y permitió modelar el drenaje superficial de un sistema hidrográfico.

### *Clasificación*

Se llevó a cabo un análisis de clasificación del área de estudio mediante la fotointerpretación y comparación de imágenes satelitales de alta resolución,

abarcando el período de 2009 a 2022. Se utilizaron imágenes correspondientes a cinco momentos temporales diferentes, extraídas de la colección disponible en Google Earth: diciembre de 2009, marzo de 2012, octubre de 2016, agosto de 2019 y marzo de 2022. Posteriormente, se realizó la digitalización de polígonos que representan la distribución de la vegetación y el uso del suelo en la zona de estudio. A estos polígonos se les asignaron atributos según la cobertura vegetal presente, tales como bosque conservado, acahuales y áreas deforestadas.

Este proceso implicó la interpretación visual de las imágenes y la validación de la información en campo, mediante recorridos en puntos específicos del área de estudio e información de los habitantes proporcionada mediante un taller participativo de mapeo comunitario, en el cual se identificaron los acahuales y se registraron sus edades en un mapa impreso de 50 x 70 cm (Figura 5 y 6).



Figura 5. Resultado de mapeo comunitario digitalizado.

Para la identificación y clasificación de áreas de bosque conservado, se delimitaron zonas que, en la información obtenida de INEGI no mostraron evidencia de cambio en el uso del suelo ni de deforestación, y que conservaron una densidad arbórea característica de bosque maduro (e.g., Figura 7).



Figura 6. Taller participativo de mapeo de acahuales en Demañi, Hidalgo, México, (fotografía: fuente propia).

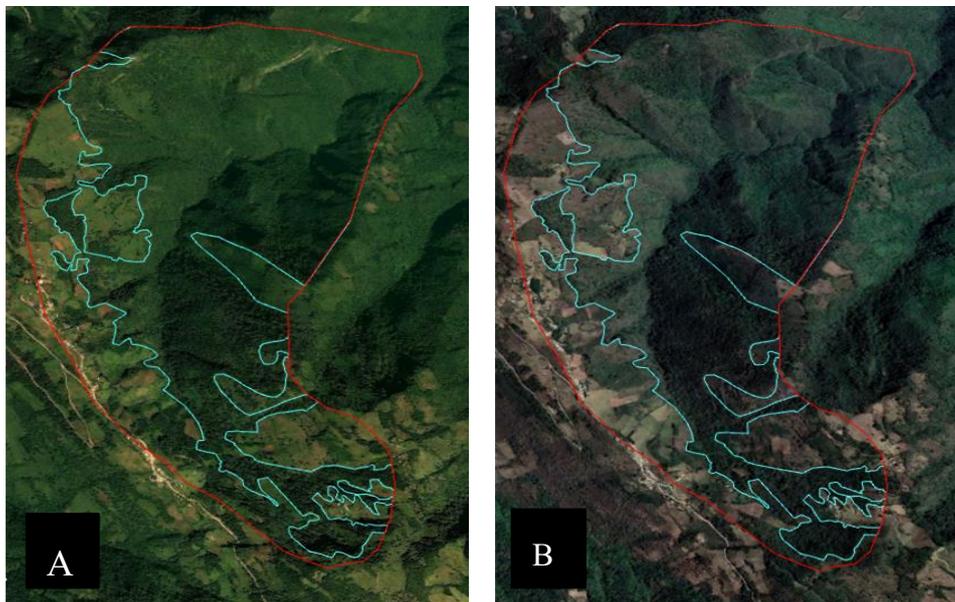


Figura 7. Fotointerpretación de imágenes satelitales de la base de datos de Google Earth para la clasificación de bosques conservados en la zona de estudio, correspondientes a los años: A) 2009 y B) 2022.

Para determinar la superficie y ubicación de los acahuales en un período de 14 años (2009-2022), se realizó la comparación de imágenes satelitales para identificar y delimitar polígonos. Se utilizó como criterio aquellas zonas que se muestran desprovistas de vegetación y que presentan recuperación de la cubierta vegetal, como indicador del proceso de regeneración natural (e.g., Figura 8).

Para realizar la clasificación y análisis de deforestación, se identificaron las áreas que muestran una pérdida de cobertura vegetal (e.g., Figura 9). Se consideraron únicamente las áreas de bosque maduro conservado que perdieron su cobertura vegetal entre 2009 y 2022 como indicador de deforestación.

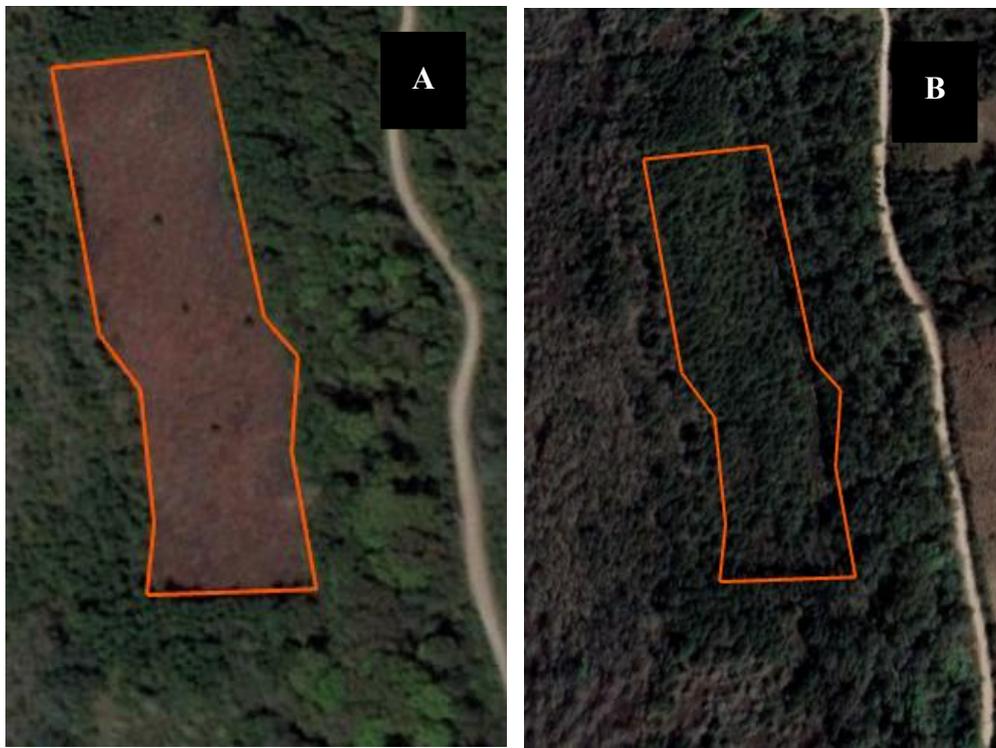


Figura 8. Fotointerpretación de imágenes satelitales de la base de datos de Google Earth para la clasificación de acahuales en la zona de estudio, correspondientes a los años: A) 2009 y B) 2022.

Se utilizó el software ArcGIS 10.8 para generar cartografía georreferenciada que muestra los resultados de la caracterización de la zona de estudio, así como el cálculo de la superficie correspondiente a cada una de las categorías (bosque conservado, pérdida de vegetación y acahuales). La proyección empleada para

este análisis fue la Universal Transversa de Mercator (UTM), zona 14N, Datum WGS84, seleccionada por su compatibilidad con el datum utilizado por el INEGI en sus proyecciones cartográficas.

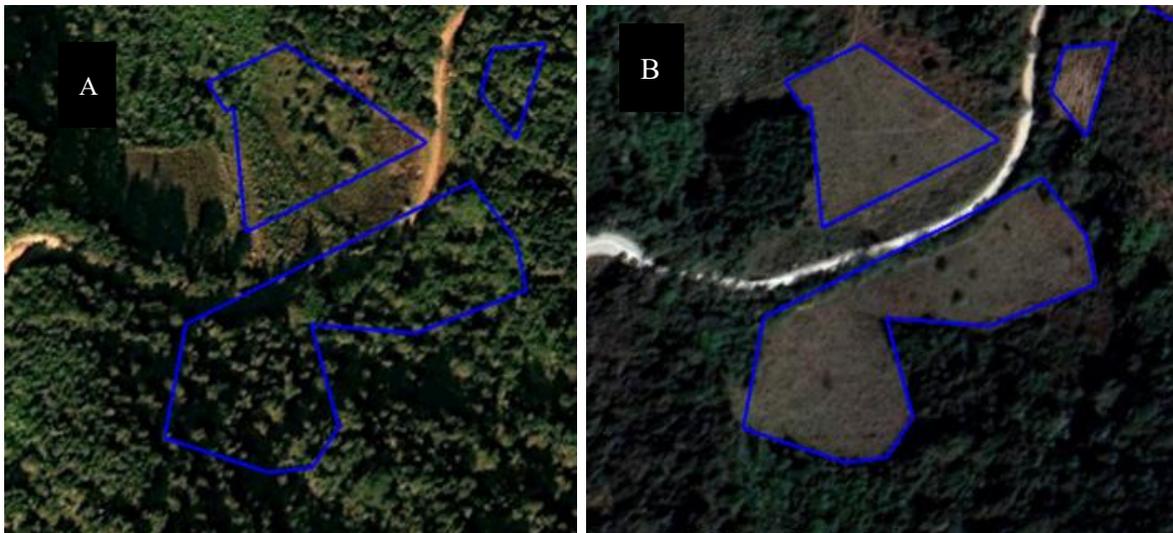


Figura 9. Fotointerpretación de imágenes satelitales de la base de datos de Google Earth para la clasificación de deforestación en la zona de estudio, correspondientes a los años: A) 2009 y B) 2022.

### 7.3 Trabajo etnográfico

Esta sección del presente estudio se basó en una investigación con un enfoque cualitativo, cuyo objetivo fue obtener datos descriptivos mediante una metodología flexible que se adaptó al avance de la investigación (Taylor y Bogdan, 1994). Para ello, se desarrolló un "Marco lógico" (ver tabla 7), en función de los principales objetivos ambientales y sociales establecidos en este estudio, utilizando el método etnográfico, especialmente la observación participativa, en la cual el investigador acompaña a las personas para observar lo que hacen y lo que dicen acerca de las actividades que analiza, y el investigador participa en dichas actividades para después describirlas en todo su contexto. También se recurrió al uso de técnicas de entrevista y talleres participativos (Puri, 2011)

Tabla 7. Marco lógico de los objetivos del proyecto.

Marco Lógico		
<b>Proyecto: Manejo y aprovechamiento de recursos vegetales en acahuales de dos comunidades de Tlahuiltepa, Hidalgo, México.</b>		
<b>Objetivo superior:</b> Documentar y analizar el conocimiento tradicional sobre el manejo y aprovechamiento de plantas en acahuales de Tlahuiltepa para impulsar estrategias para una gestión sustentable.		
	Resultados	Actividades
<b>Objetivo específico A:</b> Documentar el conocimiento tradicional local sobre el manejo de acahuales en la zona de estudio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guía de especies vegetales útiles en acahuales.</li> <li>• Base de datos de conocimiento tradicional de los pobladores.</li> <li>• Documentación sobre el manejo y aprovechamiento de acahuales.</li> <li>• Cartografía de caracterización de la zona de estudio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas semiestructuradas.</li> <li>• Recorridos en campo.</li> <li>• Mapeo comunitario.</li> <li>• Revisión bibliográfica.</li> <li>• Uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG).</li> </ul>
<b>Objetivo específico B:</b> Identificar estrategias para la gestión sustentable de acahuales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de compensación ambiental para la tala de árboles en acahuales.</li> <li>• Identificación de alternativas para el manejo de acahuales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de Marco Jurídico aplicable.</li> <li>• Entrevistas semiestructuradas e informales.</li> <li>• Recorridos en campo.</li> <li>• Revisión bibliográfica.</li> </ul>

### *Aproximación*

Se realizaron dos visitas, de enero a febrero del 2024, como primer acercamiento con los delegados de las comunidades, mediante la entrega de una carta de presentación emitida por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (ver Anexo 4), con el propósito de exponer los objetivos del proyecto y los posibles resultados y productos entregables. Además, se realizaron recorridos por las comunidades para obtener una visión general de su paisaje, tipo de vegetación y aspectos sociales, a través de entrevistas informales con los pobladores y representantes de cada comunidad (Figura 10).



Figura 10. Etapa de aproximación con pobladores de la zona de estudio, (Fuente: Fotografía propia).

### *Recorridos en sitios de muestreo*

Durante esta etapa del estudio, se llevó a cabo el registro de las especies vegetales presentes en los acahuales que son aprovechadas por los habitantes de la región. El objetivo principal fue identificar las plantas de interés local, así como documentar sus usos tradicionales y el escenario ecológico en el que se desarrollan.

El método consistió en seleccionar acahuales situados en zonas próximas entre ambas comunidades de estudio, procurando incluir sitios con diferentes grados de madurez o tiempo de descanso, a partir de la información brindada por los propietarios y pobladores locales, complementada con el análisis de imágenes satelitales, para analizar los cambios sucesionales de la vegetación a gran escala.

El trabajo de campo se desarrolló mediante recorridos en nueve sitios de muestreo, acompañados por informantes clave, quienes facilitaron el reconocimiento de especies con algún tipo de uso. En cada uno de los sitios, se documentaron las especies identificadas, registrando su nombre común, usos, modo de uso, así como evidencia fotográfica de diferentes estructuras de las plantas.

Adicionalmente, en cada sitio muestreado se georreferenciaron las coordenadas y se recopiló información sobre el tipo de vegetación presente y la edad del acahual, es decir, el tiempo transcurrido desde su último uso agrícola o intervención humana.

Durante los recorridos, se realizaron entrevistas informales, las cuales se caracterizan por ser flexibles y dinámicas, al desarrollarse como conversaciones orientadas hacia temas específicos (Taylor y Bogdan, 1994). Este enfoque permitió recopilar información de los entrevistados en un ambiente abierto, propiciando que los informantes se expresaran con libertad y en sus propios términos.

#### *Entrevistas*

Se realizaron entrevistas semiestructuradas a la población en general con el objetivo de registrar el conocimiento tradicional sobre el uso de la flora local. Asimismo, se entrevistó a agricultores para obtener información sobre las especies útiles presentes en los acahuales y sobre el sistema agrícola local que emplean (Figura 11).

Para este fin, se desarrolló una “guía de entrevista” (ver Anexo 1), basada en un conjunto de preguntas y temas destinados a dirigir la conversación hacia la información requerida, con el objetivo de facilitar un diálogo apropiado para analizar la percepción de las personas (Taylor y Bogdan, 1994).

La selección de entrevistados se llevó a cabo utilizando la técnica de “bola de nieve”, basada en localizar uno o más informantes clave como fuentes primarias de información y, a través de ellos, obtener sugerencias de otros posibles informantes para la investigación (Galeano., 2020). Dado que las comunidades

estudiadas son pequeñas, esta técnica resulta efectiva para construir un marco muestral representativo. Se consideró como criterio principal el amplio conocimiento sobre el uso tradicional de plantas para identificar a los informantes clave.

Al ser un estudio cualitativo, el tamaño de la muestra depende del propósito y contexto del estudio, por lo cual el tamaño no se determina al inicio, sino al finalizar la investigación, priorizando la riqueza y relevancia de la información para alcanzar los objetivos de la investigación (Martínez-Salgado, 2012).

Se realizaron un total de 40 entrevistas, distribuidas equitativamente entre las dos comunidades de estudio, con 20 entrevistas en cada una. Para la selección de los entrevistados, se contempló un número igual de mujeres y hombres, con el propósito de permitir una comparación equilibrada de los resultados entre ambos géneros.

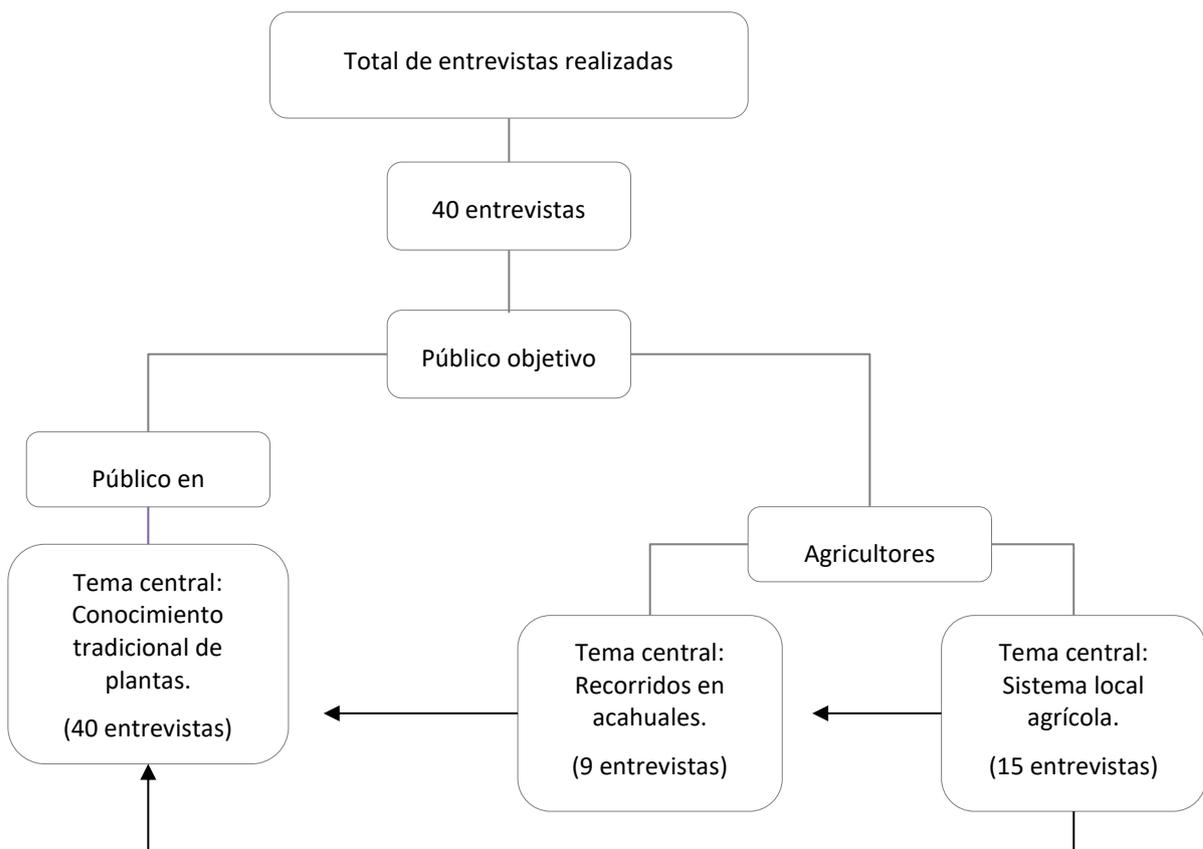


Figura 11. Diagrama presentando el método usado para obtener las entrevistas realizadas durante este estudio.

#### 7.4 Guía de especies vegetales

Para elaborar la Guía Ilustrativa del registro de especies vegetales aprovechadas en acahuales, se desarrollaron las siguientes fases:

1) Recopilación de información, 2) Síntesis de información, 3) Diseño y desarrollo del contenido, 4) Elaboración de la Guía, 5) Revisión y edición.

Una vez definidos los dos primeros pasos, se elaboró una ficha técnica para cada especie registrada, con información detallada sobre su nombre común, características generales de la planta, usos, modos de uso e información adicional.

Para determinar las especies, se utilizó la plataforma “Naturalista”, desarrollada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Se consultó con especialistas en botánica el Dr. Jaime Ernesto Rivera Hernández (posdoctorante en Colegio de Postgraduados (COLPOS), campus Córdoba Veracruz, México) y el Blól. Amaury Díaz Solís (Investigador de Centro de Estudios Geográficos, Biológicos y Comunitarios (GEOBICOM S.C.), para tener la determinación taxonómica de las especies, quienes, a través de la revisión de fotografías obtenidas del trabajo de campo y que les fueron enviadas para este propósito, las determinaron. Cabe mencionar que las fotografías mostraban estructuras morfológicas visibles de las plantas, tales como hojas, flores, frutos y tallos.

Con la determinación de las especies fue posible ubicar a cada una en su nivel taxonómicos, especialmente familia. Este proceso se complementó con la consulta de diversas fuentes, incluidos estudios florísticos, investigaciones sobre plantas útiles en el estado de Hidalgo, así como el Estudio Regional de la Unidad de Manejo Forestal (UMAFOR 1305) Jacala-Tlahuiltepa y bases de datos de la plataforma EncicloVida de la CONABIO.

Los documentos revisados se dividieron en cuatro temas principales, como se indica en la Figura 12.

## 8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 8.1 Estado del Arte

Se registraron 40 documentos publicados que tiene que ver con el estado del arte en cuanto al conocimiento que se tiene sobre acahuales.

La siguiente gráfica muestra los porcentajes correspondientes a los distintos tipos de información presentes en la literatura revisada.

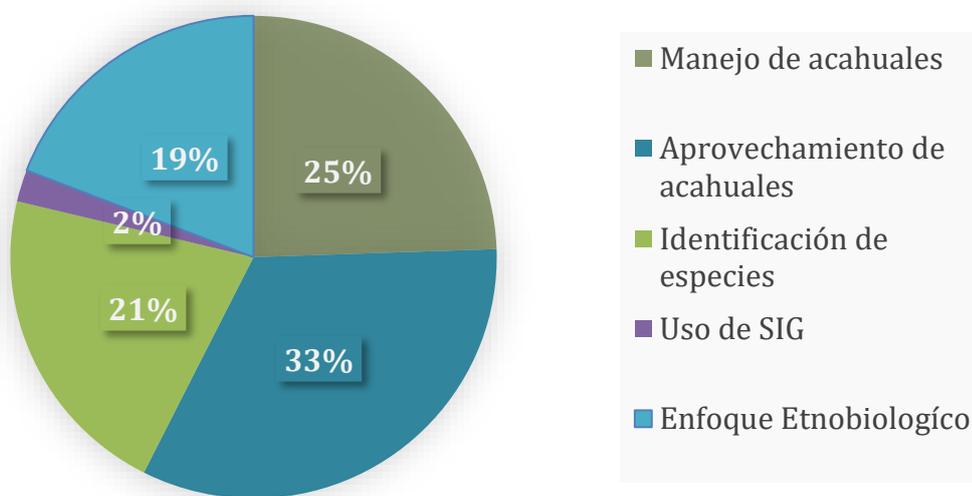


Figura 12. Grafica de enfoques prácticos, teóricos y metodológicos en la literatura revisada.

El resumen de los temas tocados por los 40 estudios revisados sobre acahuales puede ser consultado en el Anexo 2.

De la lectura de los trabajos consultados es posible determinar diversos patrones en la creación de los acahuales. Por ejemplo, es claro que las industrias agrícola y ganadera ha sido clave en el desarrollo de diversas regiones de México, pero ha causado la formación de acahuales. Estas áreas han impulsando el crecimiento económico mediante la provisión de recursos financieros y empleos en el sector productivo e industrial. Además, son unas de las principales fuentes de suministro de alimentos de primera necesidad para el autoconsumo de las comunidades rurales, obtenidos a través de la siembra, cultivo y cosecha de

productos, así como de la cría de ganado y otros animales domésticos. No obstante, estas actividades son las causas primarias de la pérdida de cobertura vegetal por cambios de uso de suelo en áreas forestales (Terrones y Sánchez, 2010).

En el estado de Hidalgo, al área ocupada por los acahuales se puede determinar por la diferencia entre la superficie usada para cultivo y ganadería anualmente y la no ocupada para ello. La extensión que abarca el sector agropecuario en el estado de Hidalgo se estima en 1.04 millones de hectáreas, lo que representa el 52.8 % del área rural destinada al cultivo de plantas o a la cría de animales. De este total, 513,248 hectáreas se utilizan para la agricultura, representando el 88.1 % de la superficie sembrada; el 11.9 % restante corresponde a superficie no sembrada (37,799 hectáreas en descanso y 22,823 hectáreas sin cultivo, por factores como climas desfavorables, insuficiencia de recursos económicos, falta de apoyo, escasez de mano de obra, entre otros) (Censo Agropecuario del Estado de Hidalgo, INEGI, 2022).

Particularmente en el municipio de Tlahuiltepa, Hidalgo, la agricultura se destaca como la actividad primaria principal, ocupando una superficie total de 13,252.12 hectáreas de un total de 52,696 hectáreas disponibles (Censo Agropecuario del Estado de Hidalgo, INEGI, 2022). Como resultado de este proceso, se desarrollan comunidades vegetales secundarias cuya composición varía e incluye diversas especies en los tres estratos de vegetación: herbáceo, arbustivo y arbóreo (Rivera-Ospina, 2019).

En el área de estudio, los pobladores identifican claramente estas comunidades vegetales, a las que asignan nombres locales según los años de descanso del terreno y la composición de la vegetación, refiriéndose a lo que se conoce como “acahuales” o “barbechos”. Esto último es definido legalmente en la LGDFS como: “Asociación vegetal que se ubica en terrenos de uso agropecuario y tradicional que recupera la cobertura vegetal en sus períodos de descanso, debido al proceso de sucesión ecológica, y que presenta diferencias de composición, tamaño o densidad con respecto a selvas y/o bosques como se definen en la presente Ley, y que pueden utilizarse para el desarrollo de actividades silvícolas”.

Algunos autores han evidenciado que los acahuales albergan una gran diversidad de especies de flora y fauna, formando un medio natural que proporciona servicios ecosistémicos de vital importancia para la existencia humana. La provisión de recursos, la regulación del clima y la calidad del aire, la formación de suelos, así como los beneficios estéticos y culturales, representan los principales servicios ecosistémicos que están estrechamente ligados con la calidad de vida de los habitantes (Contreras, *et al.*, 2015).

Por esta razón, es necesario orientar y fortalecer líneas de investigación que profundicen en el conocimiento ecológico y social de estos ecosistemas, para identificar y diseñar estrategias de manejo y aprovechamiento sustentable, integrando saberes locales y fundamentos científicos.

*Resumen de la literatura revisada sobre el manejo y aprovechamiento de los Acahuales en México.*

En México, diversas investigaciones se han enfocado en el estudio de los acahuales, abordando sus características ecológicas, dinámicas de sucesión, provisión de servicios ecosistémicos y prácticas de manejo tradicional.

La diversidad funcional presente en las distintas etapas de los procesos de regeneración natural en zonas agrícolas ha propiciado un creciente interés científico.

Covaleda y colaboradores en 2016, en Chiapas, determinaron mediante análisis cartográfico y modelos de dinámica de uso de suelo, que los acahuales son de los ecosistemas más afectados por la deforestación con fines agrícolas, lo que genera un impacto en el carbono edáfico (carbono almacenado en los suelos, principalmente en forma de materia orgánica, como restos vegetales y microorganismos en descomposición), dependiendo del tipo de vegetación inicial y del uso final del suelo.

Algunos autores han señalado que, a medida que la disponibilidad de tierra disminuye, los productores tienden a reducir los períodos de descanso del suelo, dejando cada vez menos tiempo para su recuperación, lo que incrementa considerablemente la pérdida de nutrientes y fertilidad. Esta situación representa un problema, como se evidenció en el trabajo de Dalle, *et al.* (2011), en el cual

se identificó que la intensificación agrícola y la reducción de los períodos de descanso conducen a que la población tenga que recorrer mayores distancias para aprovechar los recursos disponibles.

Sin embargo Sánchez y colaboradores (2006) documentaron la recuperación del follaje de especies vegetales en un acahual de selva mediana subperennifolia con una edad aproximada de 15 años, apenas dos meses después del paso del huracán Wilma en la Reserva Ecológica El Edén, ubicada en el estado de Quintana Roo, lo cual evidencia la notable capacidad de resiliencia de estos sistemas secundarios, al mostrar una respuesta temprana y significativa en términos de regeneración foliar. Esta respuesta sugiere que los acahuales, lejos de ser ecosistemas degradados, poseen una alta capacidad de respuesta funcional ante catástrofes naturales, gracias a la complejidad ecológica de múltiples interacciones ambientales y biológicas que favorecen la recuperación de las funciones ecosistémicas originales.

Las especies leñosas juegan un papel crucial en la recuperación del suelo en los acahuales. Levy y Aguirre (2000) encontraron que el aprovechamiento intensivo de la vegetación disminuye la proporción de especies leñosas en la composición florística. De acuerdo con los autores, la baja densidad leñosa ocasiona la dominancia de herbáceas desde el inicio de la sucesión, lo que provoca una reducción de materia orgánica en el suelo, así como la proliferación de especies vegetales consideradas malezas, generando competencia directa con los cultivos establecidos.

Adicionalmente, Morón y Levy en 2023, evaluaron el uso de *Ochroma pyramidale* en acahuales por parte de los lacandones (grupos indígenas originarios de la región selvática del sureste de México). Los resultados muestran que esta especie posee una alta capacidad restauradora, siendo una pieza clave para acortar el período de descanso, recuperar los niveles de materia orgánica del suelo y controlar las malezas. Se enfatiza, por tanto, la importancia de las especies leñosas en el manejo y recuperación de los acahuales, por lo que se consideran las plantaciones forestales con fines comerciales como una alternativa para enriquecer y aprovechar estos ecosistemas, representando además un beneficio económico para los propietarios (Galán-Larrea, 2007).

La vegetación en los acahuales presenta una variabilidad de especies conforme avanza su proceso de sucesión, lo que permite que, en cada etapa de sucesión ecológica, los habitantes aprovechen diferentes recursos (Contreras, *et al.*, 2015). Generalmente, los acahuales se encuentran a cerca de las poblaciones, lo cual permite cubrir la demanda de recursos vegetales para necesidades básicas, disminuyendo las presiones sobre los bosques primarios (Escobar *et al.*, 2009; Gama *et al.*, 2003).

Algunas investigaciones se han centrado en identificar las especies que albergan los acahuales, así como el aprovechamiento de sus recursos vegetales, con el fin de comprender la diversidad de vegetación durante la recuperación del ecosistema y la importancia de estas especies para el bienestar de los pobladores que los manejan.

Montero-López, *et al.* (2016) realizaron una investigación en el sitio arqueológico de Chinikihá, en el estado de Chiapas. Los resultados sugieren una explotación de recursos diversificada en especies tanto vegetales como animales, presentes en los acahuales, evidenciando que ancestralmente estos sitios eran preferidos para la extracción de recursos debido a su proximidad con los asentamientos humanos.

Vázquez y colaboradores (1991) compararon la vegetación vascular entre acahuales y selva alta subperennifolia en Uxpanapa, Veracruz. En total, los acahuales analizados presentaron 114 especies (42 % del total de especies identificadas en la selva primaria), de las cuales 77 pertenecen a acahuales de tres años, lo que indica que la vegetación vascular muestra un crecimiento acelerado y dominante en los primeros años de descanso, mientras que los acahuales de ocho años presentan una mayor proporción de especies leñosas.

Romero *et al.* (2000) analizaron la vegetación de acahuales en selva húmeda de la Sierra Norte de Oaxaca, en diferentes grados de madurez con períodos de descanso de cinco a 100 años. La información obtenida reporta una gran diversidad de especies vegetales, representada por 499 especies distribuidas en 223 géneros y 104 familias, lo que resalta el enorme potencial que estos ecosistemas poseen para la conservación de la biodiversidad.

Carvajal y colaboradores (2014) destacaron la relevancia ecológica de los acahuales de distintas edades en la conservación de plantas herbáceas vasculares en la selva tropical de Los Tuxtlas. Sus hallazgos revelaron que los acahuales maduros, con edades entre 40 y 50 años, albergan una proporción significativa de la biodiversidad vegetal, llegando a contener hasta el 80 % de la riqueza de especies registrada en selvas conservadas. En contraste, los acahuales jóvenes apenas alcanzan el 50 % de dicha riqueza.

Contreras-Rodríguez (2010) investigó el uso de acahuales en la UMAFOR 2708CE, en el estado de Tabasco, identificando un total de 42 especies arbóreas clasificadas en seis categorías de uso: maderable, leña, medicinal, conservación, comestible y artesanal. En este trabajo se resaltó que, a pesar de que los usos maderable y medicinal son de gran importancia para los pobladores, la conservación resulta predominante, considerando que estos ecosistemas son aprovechados como bancos de semillas de diversas especies de interés.

Un estudio similar fue realizado por Torres-Méndez (2015) en Tenejapa, Chiapas, en el que se registraron 43 especies para uso alimenticio, medicinal, maderable y especies de ornato para ceremonias.

Schmook y colaboradores (2005), obtuvo 168 registros de usos en acahuales de Zoh Laguna–Xpujil (alakmul), Campeche, con diferentes aplicaciones: leña, construcción, medicinal, forrajera, cercos vivos, rituales/religiosas, repelentes, comestibles, alimento para animales silvestres, uso veterinario y ornamental.

Berlin *et al.* (2001) reportan que los acahuales de entre dos y tres años, ubicados en la región de Los Altos de Chiapas, presentan la mayor diversidad de especies, seguidos por los terrenos de milpa recientemente abandonados. En contraste, los acahuales con cuatro o más años de abandono, caracterizados por el predominio de especies arbóreas, así como los pastizales, registran los niveles más bajos de diversidad específica.

En contraste, Levy *et al.* (2002) encontraron que, conforme aumenta el período de descanso, se aprecia un incremento en el número de especies útiles dominantes, destacando que el 77 % de las especies registradas se destinan al abastecimiento de productos para el autoconsumo, como alimento, medicinas,

leña y materiales para construcción, en comparación con los productos extraídos con fines comerciales, que representan el 6.47 % y se destinan a usos como artesanías, fibras y hojas de palma, obteniendo como resultado una gran diversidad florística, con un total de 485 especies vasculares, pertenecientes en su mayoría a la división taxonómica *Magnoliophyta* y, en menor proporción, a *Pteridophyta*.

De igual forma, los resultados obtenidos por Infante y Arce (2015) sobre el uso de los acahuales en la Zona Maya de Quintana Roo determinan que los acahuales con más de veinte años de antigüedad son los espacios donde los habitantes identifican una mayor provisión de servicios ecológicos y de bienestar. No obstante, los acahuales más jóvenes, de entre cinco y diez años, siguen siendo valorados por su aporte de leña para uso doméstico. Estos hallazgos sugieren que un mayor tiempo de descanso del terreno favorece una mayor productividad y diversidad de especies útiles para las comunidades locales.

La riqueza de especies que se ha demostrado que poseen los acahuales en diferentes etapas de sucesión no solo está enfocada en especies vegetales, también existe una gran diversidad de fauna que ha sido poco estudiada.

(Flota *et al.* 2018) llevó a cabo un estudio sobre la abundancia y riqueza de aves silvestres en la localidad de Dzonot Carretero, en Tizimín, Yucatán, México. Los resultados obtenidos destacan la relevancia de los acahuales en la conservación de la biodiversidad, ya que fue en estos ecosistemas donde se registró la mayor diversidad de especies, superando a otros usos del suelo como los pastizales y los maizales.

Además de la alta diversidad de especies que puede albergar un acahual la cual varía según la etapa sucesional y tipo de manejo, diversos autores han reconocido su potencial tanto ecosistémico como productivo, ya que la vegetación secundaria característica de los acahuales representa una oportunidad valiosa para el manejo integral, especialmente a nivel regional, mediante un enfoque sustentable entre la producción y la conservación ambiental (Soto y Jiménez, 2018).

Ortiz y colaboradores (2019) evaluaron la degradación in vitro y la velocidad y comportamiento de fermentación de diversas especies arbóreas presentes en acahuals del estado de Campeche, utilizadas en la alimentación de rumiantes. Los resultados demostraron que especies como *Leucaena fruticosa*, *Calea malvaviscifolia*, *Malachra alceifolia*, *Verbesina dentata*, *Melanthera coromandelianum*, *Diphysa anisandra* y *Zuelania caribaeum* presentan un alto potencial forrajero, que se refleja en mayor producción de gas, elevadas tasas de fermentación y alta digestibilidad de la materia seca, lo que las posiciona como recursos valiosos en sistemas de alimentación sustentable para rumiantes.

Parada *et al.* (2022) evaluaron las condiciones climáticas asociadas al cultivo de vainilla en tres sistemas productivos: acahual bajo sombra de diversas especies arbóreas, monocultivo intercalado con una sola especie arbórea y cultivo bajo malla sombra. Los resultados indicaron que el sistema de acahual ofrece condiciones climáticas y microclimáticas más favorables para el desarrollo óptimo de la vainilla. En cambio, los sistemas de monocultivo y malla sombra presentaron niveles de humedad y temperatura menos adecuados. Con ello, los acahuals pueden convertirse en sistemas de producción sustentable, al favorecer la diversificación agrícola y el aprovechamiento integral del entorno ecológico.

Ramos *et al.* (2011) compararon la abundancia de propágulos de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en los suelos de un bosque tropical maduro y de un campo de maíz abandonado, en el ejido "Noh-Bec", Quintana Roo, México. Los resultados mostraron que, durante la temporada de lluvias, el suelo del maizal abandonado contenía hasta ocho veces más propágulos que el del bosque maduro. Esta alta densidad de propágulos favorece el establecimiento de plantas micotróficas (plantas que dependen de hongos micorrízicos para obtener nutrientes y agua), lo que contribuye a mantener el potencial productivo de estos suelos.

García *et al.* (2020) evaluaron la producción, pérdida y tasa de descomposición de hojarasca en áreas de selva y vegetación secundaria dentro de zonas agrícolas en la subregión de Los Ríos, en Tabasco. Sus resultados indicaron que la producción de hojarasca en los acahuals es comparable a la observada en

áreas de vegetación primaria. Asimismo, los autores observaron que los acahuales en distintas etapas sucesionales, con edades entre 15 y 100 años, presentan un gran potencial como reservorios de carbono, incluso en lapsos de tiempo más cortos que la vegetación primaria.

Rivera *et al.* (2013) identificaron que la edad de los acahuales es un factor determinante en la producción y la tasa de descomposición de la hojarasca en el estado de Chiapas, ya que la mayor producción de hojarasca se presentó durante la temporada seca, siendo los acahuales jóvenes (de 5 a 6 años) los que registraron la mayor caída de material foliar. No obstante, las tasas de descomposición fueron más rápidas en los acahuales maduros (con más de 20 años), lo que sugiere una mayor eficiencia en la incorporación de materia orgánica al suelo y una mayor acumulación de hojarasca descompuesta que contribuye al reciclaje de nutrientes y a la fertilidad del ecosistema.

Venegas y colaboradores (2016) estimaron y compararon la cantidad de carbono almacenado en acahuales con diferentes tipos de manejo para determinar el efecto de estas prácticas sobre las especies arbóreas. Observaron que el manejo forestal, mediante podas y aclareos, aumenta la capacidad de los reservorios de carbono. Además, los acahuales proveen servicios ecosistémicos de regulación hidrológica, debido a que presentan grados de recarga de acuíferos muy altos (Infante y Arce, 2015).

Uribe y Petit (2007) evaluaron el comportamiento químico del suelo en acahuales de corta edad, encontrando que aquellos con dos y cuatro años de regeneración contribuyen de manera importante a la recuperación de la fertilidad del suelo, particularmente en los contenidos de materia orgánica, nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), potasio (K) y magnesio (Mg), lo que sugiere que los acahuales jóvenes pueden desempeñar un papel relevante en la restauración de las propiedades químicas del suelo en sistemas agrícolas en abandono.

El período de descanso en los acahuales, cuando se maneja adecuadamente, puede tener un propósito agronómico significativo. La siembra de cultivos forrajeros, como leguminosas y alfalfa, juega un papel crucial en la mejora de la productividad del suelo al enriquecerlo con nitrógeno atmosférico. Por lo cual

este método se considera una alternativa efectiva para la fertilización del suelo y el control de malezas, lo que favorece la restauración de las condiciones naturales del suelo (Girald *et al.*, 2018).

En algunas regiones de Chiapas, los agricultores hacen uso de las áreas en descanso, aprovechando la regeneración natural de los árboles y arbustos para pastorear a sus animales, así como el aprovechamiento de residuos de cultivos agrícolas, pastos, vegetación y frutos del acahual como forraje (Jiménez-Ferrer, 2007).

Los sistemas agroforestales, por su parte, ofrecen una alternativa viable para el manejo y aprovechamiento de los acahuales, mediante la combinación de prácticas forestales con actividades agrícolas en una misma área, con el objetivo de reducir los impactos negativos sobre el bosque, mantener la capacidad productiva de la tierra, conservar los recursos naturales y preservar las funciones ecosistémicas. Además, contribuyen a mitigar la emisión de gases de efecto invernadero al evitar la quema (Román *et al.*, 2016).

Musálem-Santiago (2000) identifica el sistema "Taungya" como una alternativa efectiva para el manejo de los acahuales en México. Este sistema, que se implementó por primera vez en 1869 en Birmania e India, consiste en una práctica en la que, durante el primer año, se siembra un cultivo agrícola que se cosecha al final de su ciclo. En el segundo año, además de sembrar nuevamente el cultivo agrícola, se inicia la plantación del cultivo forestal. Al concluir el segundo año, el cultivo agrícola se cosecha y la plantación forestal se establece realizando únicamente labores de mantenimiento y protección hasta su cosecha.

Esta estrategia ha demostrado ser un modelo sostenible para el manejo de especies tropicales bajo diferentes sistemas de plantación. De esta manera, los productores obtienen beneficios socioeconómicos adicionales al generar ingresos monetarios, además de los beneficios obtenidos directamente de las cosechas. La duración del período de cultivo está estrechamente relacionada con la densidad de plantación de los árboles: a mayor densidad, menor será el tiempo disponible para el cultivo agrícola; y a menor densidad, mayor será el período de cultivo.

La eficiencia del sistema "Taungya" ha sido respaldada mediante los resultados obtenidos por Arteaga y Izaguirre (2004), quienes evaluaron el comportamiento de especies tropicales en tres sistemas de plantación, de los cuales el sistema "Taungya" presentó el mejor desempeño, al registrar los mayores porcentajes de sobrevivencia (72.30%) y los incrementos más significativos en diámetro y altura en especies como la caoba y el cedro rojo.

Román *et al.* (2016) reportan diversos sistemas agroforestales utilizados en el trópico seco de los estados de Colima, Jalisco y Nayarit, destacando el sistema de "Barbechos o Acahuals mejorados", en el cual se establece vegetación leñosa de alto valor comercial en los períodos de descanso, que a su vez puede ser combinada con el establecimiento de leguminosas, para recuperar la fertilidad del suelo y reducir el tiempo de descanso.

Soto *et al.* (2011) proponen un prototipo denominado "acahuals mejorados o enriquecidos", diseñado específicamente para zonas cálido-húmedas del estado de Chiapas, el cual consiste en el establecimiento de especies arbóreas de alto valor comercial durante la primera fase del período de descanso (antes de los cinco años). A medida que estos árboles cultivados se desarrollan, se integran de manera natural con la vegetación del sitio, incrementando el valor ecológico y económico del terreno. Este modelo contribuye a la restauración de la calidad del suelo y al mantenimiento de las funciones ecosistémicas, especialmente en áreas que han sido sometidas a ciclos prolongados de cultivo, como el maíz.

No obstante, este prototipo agroforestal solo se aplica en regiones donde se practica el sistema de roza-tumba-quema, lo que implica disponer de parcelas adicionales para la producción agrícola, mientras los árboles alcanzan un tamaño adecuado (al menos 30 cm de diámetro).

El uso de especies leñosas nativas como cercas vivas está adquiriendo una importancia creciente, particularmente en regiones donde la vegetación ha sido afectada por diversos factores que provocan pérdida de cobertura vegetal y procesos de degradación forestal, como ocurre en los acahuals. En un estudio realizado por Avendaño y Acosta (2000), se registró la diversidad de especies vegetales que albergan los acahuals en el estado de Veracruz, México, y sus

respectivos usos por parte de los pobladores, con énfasis en especies utilizadas como cercas vivas, reportando un total de 218 especies de plantas vasculares utilizadas como cercas vivas y otros usos (comestible, medicinal, construcción, combustible, forraje, ornamental, entre otros).

Diversos estudios han destacado la importancia de la vegetación secundaria en comunidades mayas, donde se han documentado estrategias tradicionales utilizadas durante generaciones para el aprovechamiento y manejo sustentable de los acahuals, tales como la planeación del uso del territorio, la implementación de sistemas rotacionales y la aplicación de técnicas agroforestales adaptadas a ecosistemas de vegetación tropical (Contreras, *et al.* 2015).

La identificación de las distintas etapas sucesionales por parte de las comunidades mayas de Yucatán se fundamenta en la interacción de diversas variables ecológicas, como la composición florística, la estructura de la vegetación y la presencia de especies clave (Contreras, *et al.*, 2015), lo que permite establecer una clasificación de las diferentes etapas sucesionales, las cuales se describen en la Tabla 8.

Tabla 8. Clasificación de la vegetación secundaria según los periodos de descanso de la agricultura migratoria (elaboración propia con información de Saenz-Pedroza, 2015).

Nombre local de la etapa	Años de descanso	Características
Sak'aab.	2-3	Suelo poco fértil, cantidad mínima de hojarasca y predominancia de matorrales o malezas.
Sak'aab hubche'	3-5	Se establecen bejucos (plantas trepadoras), inicia la acumulación de hojarasca y la recuperación del suelo.
Hunche'	5-8	Ocurre una alta mortalidad de gramíneas y de plántulas provenientes de las etapas anteriores.
Ka'anal hubche'	8-15	Dominancia de árboles pequeños y disminución en el número de bejucos.
Kelenche'	16-30	Se compone en su mayoría de árboles con alturas aproximadas de 10 metros.

Nombre local de la etapa	Años de descanso	Características
Ka'anal kaax	30-50	Presencia de árboles de gran tamaño, con un dosel mayor a 15 m, en su mayoría maderables o útiles para la leña.
Suhuy kaax	Mas de 50	Se extraen pocos recursos ya que un tipo de "monte virgen" (es decir que nunca ha sido labrado).

De acuerdo con la investigación realizada por Varela y Trabanino (2016), los mayas contemporáneos emplean una diversidad de técnicas agrosilvícolas que constituyen la base de su sistema tradicional de manejo de la selva, que incluyen la combinación del cultivo de milpa con la plantación de árboles frutales y tubérculos, así como el aprovechamiento de la fauna que alberga para autoconsumo.

Los Lacandones, por ejemplo, siembran y cosechan la milpa durante uno o dos años consecutivos y después plantan árboles dejando que la vegetación se regenere de manera natural. Una vez que la vegetación ha alcanzado una altura entre los cuatro y siete metros, vuelven a aplicar el sistema de RTQ, o dejan que continúe regenerándose hasta convertirse en un bosque secundario maduro (Montero *et al.*, 2016).

El manejo de acahuales, o vegetación secundaria, representa un ecosistema con alto potencial para la Asociación Regional de Silvicultores en Calakmul, Campeche, el cual consiste en realizar podas y extracciones planificadas y controladas en terrenos agrícolas con más de diez años de abandono. Mediante estas intervenciones se obtiene materia prima para la producción de leña, palizada y carbón vegetal, sin generar impactos negativos en la biodiversidad ni en la tasa de captura de carbono. Por lo cual, los ejidos reconocen el potencial productivo que albergan los acahuales (Mendoza *et al.*, 2020).

Algunas de las estrategias de manejo y aprovechamiento que utilizan los silvicultores en Calakmul son: 1) Programa de agroforestería con enriquecimiento forestal escalonado que consiste en organizar por ciclos el aprovechamiento diversificado de los recursos de una parcela. Durante el primer

año se realiza milpa y se siembran frutales y forestales y 2) plantaciones forestales comerciales bajo dosel (acahuales mejorados). Esta práctica consiste en el enriquecimiento de acahuales de entre 10 y 15 años con especies nativas de rápido crecimiento (Mendoza *et al.*, 2020).

#### *Brechas en el conocimiento actual sobre acahuales*

En México, se han realizado numerosas investigaciones enfocadas en el uso, aprovechamiento, manejo y procesos ecológicos de los acahuales. No obstante, la mayoría de estos estudios se ha concentrado principalmente en regiones tropicales de selva, particularmente en los estados de Chiapas y Campeche, lo que ha generado una notable ausencia de análisis sobre los acahuales presentes en otros tipos de vegetación y sitios geográficos, como los bosques de coníferas y el bosque mesófilo de montaña.

Estos ecosistemas representan una parte significativa del paisaje vegetal en distintas regiones del país, entre ellas el estado de Hidalgo, donde los acahuales también tienen una presencia importante y un papel ecológico relevante.

El estudio de los acahuales resulta fundamental para ampliar la comprensión de sus procesos sucesionales, así como para identificar las variaciones en los servicios ecosistémicos que pueden ofrecer en diferentes escenarios ecológicos. Comprender las distintas etapas de sucesión ecológica de estos espacios y evaluar su potencial en términos de servicios ecosistémicos contribuye al diseño de estrategias de manejo más sostenibles, permitiendo un mejor aprovechamiento de las especies vegetales presentes con fines productivos y de conservación (Gama *et al.*, 2003).

Si bien muchas investigaciones sobre acahuales proporcionan información detallada sobre sus características funcionales y florísticas, en gran medida carecen de un enfoque práctico e inmediato. Un ejemplo de ello es la escasa implementación de sistemas productivos sostenibles que aprovechen los recursos naturales de manera responsable, sin comprometer sus funciones esenciales para la conservación de la biodiversidad y los procesos ecológicos.

En consecuencia, resulta evidente la necesidad de desarrollar programas y proyectos que promuevan el diseño y establecimiento de sistemas agroforestales en acahuales ejidales y comunales.

Bajo esta perspectiva, las investigaciones orientadas al conocimiento tradicional sobre las especies vegetales que conforman los acahuales en los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo son de gran ayuda para comprender el manejo y aprovechamiento que los pobladores hacen de estos ecosistemas. No obstante, existe una notable carencia en el desarrollo de estrategias que promuevan la preservación y el rescate de este saber tradicional, sumada a la falta de información sobre la percepción biocultural de las comunidades respecto a los acahuales, lo que genera un vacío en el conocimiento local de estos ecosistemas en diversas regiones del país.

Ante este panorama, resulta imprescindible estructurar e implementar proyectos e investigaciones enfocadas en la educación ambiental, tales como talleres de sensibilización en torno al aprovechamiento y manejo de los acahuales. Esto cobra importancia, ya que a través de estas actividades se busca involucrar a la población en la identificación de estrategias que mejoren su gestión de acuerdo con sus necesidades particulares. De esta manera, los individuos y las comunidades pueden adquirir conciencia ambiental, aprender conocimientos, habilidades y experiencia para participar en la resolución de los problemas socioambientales presentes.

Asimismo, según el material bibliográfico consultado, se observa que las investigaciones que abordan el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para obtener una visión integral del territorio son limitadas. En particular, hay escasez de estudios que utilicen esta herramienta para analizar la extensión territorial ocupada por los acahuales, su ubicación precisa dentro del paisaje y su contribución a la estructura actual del mismo. Por lo tanto, es necesario implementar SIG en el monitoreo y la evaluación continua de los recursos de los acahuales, ya que permitiría una comprensión más completa de su rol ecológico y funcional dentro de los ecosistemas. Este enfoque también facilitaría el diseño de estrategias de manejo más eficientes y sostenibles, basadas en datos precisos y actualizados.

## 8.2 Análisis de configuración del paisaje

El presente análisis refleja la modificación del área de estudio frente a los cambios en la cobertura vegetal en el periodo 2009-2022, realizado mediante fotointerpretación visual y comparación temporal de imágenes satelitales de alta resolución obtenidas de Google Earth.

Los resultados obtenidos del análisis de imágenes satelitales muestran que, en la zona de estudio ha ocurrido una conservación favorable de los bosques (considerando las coberturas vegetales) (Figura 13). De acuerdo con la clasificación de superficies, el área de bosque maduro comprende 1,453.79 ha, lo que equivale al 50.07% de la superficie total de la zona de estudio.

La cobertura vegetal relacionada con bosque conservado se concentra mayormente hacia dos laderas, al este y al oeste, ambas con exposición norte debido a la topografía del sitio (Fig. 13). Sin embargo, el paisaje tiene una ligera tendencia a disminuir su cobertura vegetal, principalmente a causa de la intensificación agrícola y pecuaria para autoconsumo. Esta pérdida de vegetación se presenta en mayor medida hacia zonas cercanas a los asentamientos humanos (Fig. 13).

En la zona de estudio, se observan los impactos ambientales generados por la agricultura y la ganadería, los cuales se manifiestan en la degradación forestal y la erosión del suelo. Es importante destacar que la deforestación y la degradación de los bosques son fenómenos distintos con implicaciones diferentes. La deforestación se refiere a la disminución de la cobertura forestal debido a factores como la expansión agrícola, la tala ilegal, los incendios forestales, la urbanización, entre otros. En contraste, la degradación forestal implica la pérdida de funciones específicas de los bosques, lo que puede llevar a un estado de degradación que puede llegar a ser irreversible (Armenteras *et al.*, 2016).

A diferencia de la deforestación, la degradación puede ocurrir sin que se perciba de manera visible, lo que dificulta su detección mediante imágenes de sensores remotos o trabajo de campo (Armenteras *et al.*, 2016).

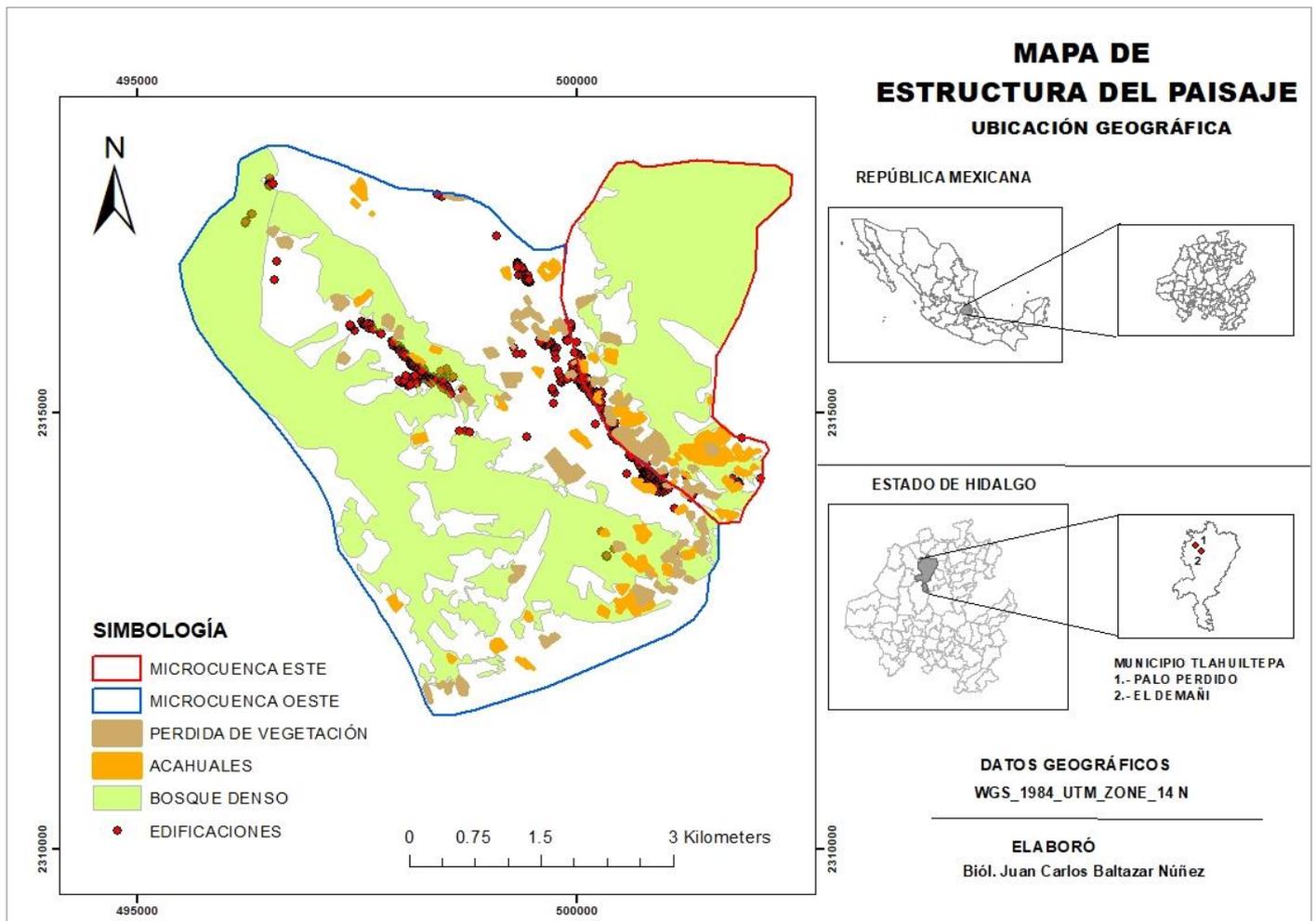


Figura 13. Caracterización del paisaje en la zona de estudio, Tlahuiltepa, Hgo., México (elaboración propia con el software ArcGIS 10.8).

Durante el periodo 2009-2022, se registró una pérdida de 80.45 hectáreas de cobertura vegetal primaria en la zona de estudio, lo que equivale al 2.45% del territorio analizado. Los principales factores que ocasiona esta pérdida se atribuyen principalmente al cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, como la agricultura y la ganadería.

La expansión de la frontera agrícola y ganadera en el área de estudio ha provocado la pérdida de una porción de los bosques, lo que ha contribuido al deterioro del paisaje y a la disminución de los servicios ecosistémicos que proporcionan. En fechas anteriores a 2009, el área de estudio experimentó cambios significativos en su estructura, como se observa en las imágenes proporcionadas por Google Earth para el 2009, en las que se muestran importantes extensiones de terreno con evidencia de deforestación, que

actualmente presentan degradación forestal, ya que no exhiben una densidad boscosa que sugiera una regeneración natural adecuada (Figura 14).

Este fenómeno puede atribuirse a la duración de los periodos de descanso que se otorgan a las zonas de cultivo antes de volver a ser cultivadas, que cada vez son menos largos, lo que conduce a procesos de erosión del suelo y a la disminución de su fertilidad. Esto, a su vez, afecta la regeneración natural óptima de la vegetación (Dalle, *et al.*, 2011).



Figura 14. Zonas deforestadas en 2009, con degradación visible en 2022 en el municipio de Tlahuiltepa, Hgo., México.

Uno de los principales problemas identificados en ambas comunidades de estudio es que los propietarios de tierras no permiten la regeneración natural de las áreas de cultivo. Cuando una parcela agrícola ya no se utiliza para la agricultura, se convierte en pastizal para la ganadería, lo que inhibe el crecimiento natural de otras especies debido a la competencia por nutrientes y al desplazamiento.

El área cubierta por acahuales en la zona de estudio abarca 152.46 hectáreas, lo que equivale al 5.2% del total de la superficie. Los acahuales con una edad aproximada de más de 10 años representan el 80% del total de acahuales identificados (Figura 15). En estas zonas se observa una recuperación progresiva de la cobertura vegetal; sin embargo, no se cuenta con imágenes satelitales anteriores a 2009, lo que limita la posibilidad de determinar con precisión la temporalidad de la pérdida de dicha cobertura. Adicionalmente, los

acahuales con una edad aproximada de más 13 años constituyen el 28%, lo que sugiere que hubo una pérdida de vegetación antes del año 2009.

A pesar de ocupar superficies relativamente pequeñas, los acahuales desempeñan un papel significativo en la recuperación de la cobertura vegetal, particularmente en zonas que han sido degradadas por procesos erosivos o actividades agrícolas intensivas. Su capacidad de regeneración natural representa una estrategia efectiva para la recuperación de paisajes degradados.

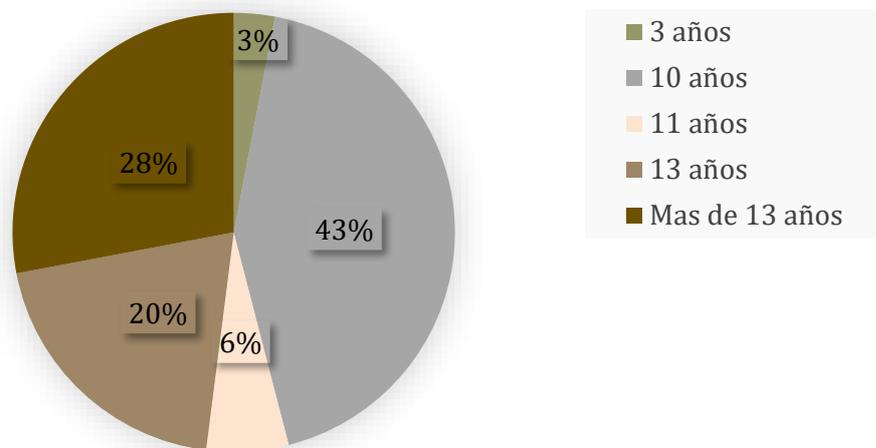


Figura 15. Edades de los acahuales identificados en el municipio de Tlahuiltepa, Hgo., México. Se indica porcentajes.

### 8.3 Conocimiento Tradicional

#### *Caracterización del sistema agrícola local*

Con base en las entrevistas realizadas a un total de 15 pobladores de las comunidades de estudio, se identifica un sistema de agricultura basado en la práctica de RTQ, mismas que se resumen en la Fig. 16.

La agricultura temporal fue, durante muchos años, una de las principales fuentes de ingreso económico dentro de estas comunidades. Sin embargo, en la actualidad, se hace principalmente como fuente de abastecimiento de alimentos para el autoconsumo, mediante el cultivo y la cosecha de maíz y frijol, principalmente. Los sistemas de producción utilizados son los mismos para

ambas comunidades, destacando el sistema de RTQ. Este sistema es el resultado del conocimiento tradicional transmitido por generaciones, conservando ciertas técnicas y metodologías ancestrales para el óptimo desarrollo del cultivo y la recuperación de las propiedades del suelo.

Durante mucho tiempo, los períodos de siembra en la zona se rigieron por el calendario Galván (en particular la parte que tiene que ver con predicciones de condiciones climáticas). No obstante, debido a las severas alteraciones en las temperaturas y los patrones de lluvia, ahora los campesinos analizan el comportamiento de los patrones climáticos anuales para determinar la fecha idónea para la siembra.



Figura 16. Diagrama del sistema de agricultura utilizado en la zona de estudio.

El sistema agrícola utilizado se fundamenta en la preparación previa del suelo durante los meses de noviembre y diciembre mediante el proceso de "Desmonte", que consiste en la eliminación de toda la vegetación del terreno, aprovechando ciertas especies maderables para obtener leña y postes de construcción. Los tiempos para la fase de preparación se establecen en función

del diámetro y la altura de los árboles derribados, teniendo en cuenta el tiempo necesario para que los residuos vegetales se descompongan, lo cual varía de dos a tres meses.

El sistema local de RTQ se caracteriza por no quemar los restos vegetales de inmediato, sino que se dejan en el terreno durante dos meses para retener humedad en el suelo y proporcionar materia orgánica (ver Figura 17). Posteriormente, se procede a quemar los residuos vegetales restantes y en febrero, se continúa con el proceso de barbechado, el cual implica voltear manualmente la tierra a una profundidad de 15 a 20 cm.



Figura 17. Proceso de desmonte conservando residuos vegetales y retoño de los árboles.

Además, se conservan los tocones (i.e., la parte baja del tronco que queda unida a las raíces después de ser talado) y algunos árboles, ya que promueven la regeneración, lo que a su vez sirve como alimento para el ganado. En algunos casos, se deja que estos árboles crezcan, dado que se obtiene leña y postes para la construcción de cercas. Asimismo, tradicionalmente la época de siembra está determinada por las fases de la luna, por lo que los campesinos siembran

durante lo que localmente se conoce como 'luna maciza', en referencia a la luna llena o a la fase de cuarto menguante.

El proceso de siembra tradicional en la zona de estudio comprende la siembra de frijol a mediados de febrero, dejando un espacio en el centro donde se siembra maíz a finales de marzo. El rápido crecimiento del frijol permite que sea cosechado en junio, antes de que la sombra de frijol afecte el crecimiento del maíz, que se cosecha en octubre. Además, con dos tipos de cultivos se asegura la cosecha de al menos uno de ellos. La distancia entre cada planta también influye en su crecimiento; a mayor distancia entre ellas, mejor calidad de la cosecha. Durante el periodo de producción, generalmente se realizan deshierbes manuales en los cultivos para evitar la competencia por recursos y, en algunos casos, se aplican productos herbicidas.

Después de la cosecha, se deja descansar el terreno durante uno o dos años para recuperar la fertilidad del suelo. Como resultado de estas zonas en descanso, se forman áreas de vegetación secundaria en regeneración, conocidas como acahuals (Figura 18).



Figura 18. Paisaje presentando la rotación de tierras para la recuperación de la fertilidad del suelo, en Demañi, Tlahuiltepa, Hidalgo. (Fuente: fotografía propia).

Actualmente, no se tienen registros de ceremonias o rituales centrados en la producción agrícola. Sin embargo, según los testimonios de los pobladores, en algunas comunidades de Tlahuiltepa se conserva la tradición de realizar ofrendas y colocar cruces en sus cultivos como una forma de lograr una buena cosecha.

#### *Registro de la flora útil*

En las entrevistas, en total se registraron 130 plantas útiles mencionadas por los pobladores (ver Anexo 3), quienes aprovechan siete diferentes partes de las plantas: corteza, raíz, flor, hoja, follaje, fruto y madera. Asimismo, se identificaron siete categorías principales de uso: medicinal, alimenticio, combustible, construcción, ornamental, cosmético y forrajero (Figura 19). Del total de especies registradas, el 82% corresponde a flora silvestre presente en los bosques y el 18% a especies cultivadas.

El uso medicinal de las plantas resultó ser el más representativo dentro del conjunto de especies utilizadas por los pobladores de las comunidades locales, alcanzando un 66% del total de plantas mencionadas, utilizadas principalmente en la preparación de remedios caseros para el tratamiento de diversas afecciones comunes, tales como problemas gastrointestinales, tos, inflamaciones, reumatismo, diabetes y enfermedades renales, entre otras.

Dentro de las categorías de uso medicinal identificadas, los problemas digestivos concentran el mayor número de especies utilizadas, seguidos por el uso alimenticio, que representa el 18% del total de especies registradas, aprovechando diversas partes de las plantas (hojas, frutos, flores y raíces) como fuente directa de alimento, reflejando una complementariedad con la dieta cotidiana basada en el conocimiento tradicional.

Respecto a los estratos vegetales, se observó que el estrato herbáceo comprende el mayor número de especies útiles, con un 51.5 % del total. Le siguen los estratos arbustivos (29.3 %) y arbóreo (19.2 %). Esta distribución puede explicarse por la mayor diversidad, accesibilidad y abundancia de las especies herbáceas en el entorno local, lo que facilita su recolección y utilización cotidiana.

En términos de conocimiento etnobotánico por género, los hombres entrevistados mencionaron, en promedio, 11 plantas útiles, mientras que las mujeres mencionaron 9. Esta diferencia podría atribuirse, en parte, al hecho de que los recorridos de reconocimiento y muestreo de flora fueron realizados únicamente con participantes masculinos, quienes compartieron información valiosa relacionada con la identificación de especies en el campo. No obstante, es importante subrayar que las mujeres demostraron un conocimiento más profundo y detallado en cuanto a los usos específicos de las plantas, especialmente en la preparación de remedios tradicionales. Esta observación pone de manifiesto la complementariedad de saberes entre géneros y subraya el rol protagónico de las mujeres en la conservación y transmisión del conocimiento local asociado al uso de la flora.

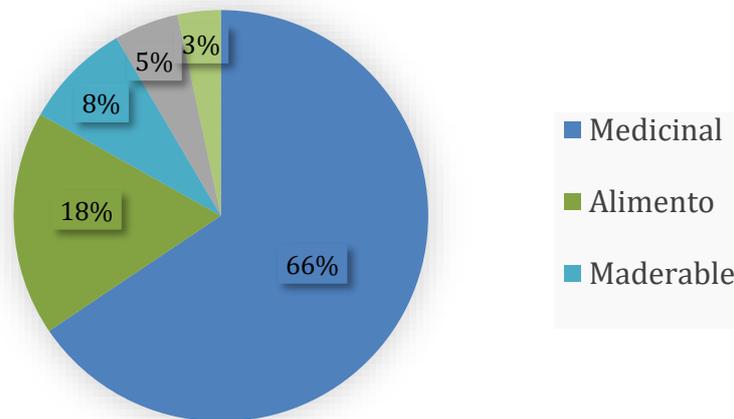


Figura 19. Grafica de uso de plantas registradas en los sitios de muestreo, Tlahuiltepa, Hidalgo, México.

La diversidad de plantas útiles reconocidas por los pobladores constituye un indicador claro de la elevada dependencia que mantienen estas comunidades respecto a su entorno natural. Las plantas no solo son fuente de alimentos y medicamentos, sino que también proveen materiales esenciales como leña y madera, consolidándose como recursos fundamentales para la vida cotidiana.

Es de recalcar que el valioso conocimiento local del entorno natural que poseen los habitantes de las comunidades de estudio se concentra mayormente en un grupo reducido de personas adultas mayores. Este conocimiento, lamentablemente, no está documentado y se transmite únicamente de forma

oral, lo que aumenta el riesgo de su desaparición. La modernización y la falta de interés por parte de los jóvenes agravan esta situación, lo que sugiere la necesidad de implementar estrategias enfocadas en rescatar y preservar este saber ancestral.

En el Anexo 3 se incluye un listado detallado de las especies vegetales identificadas por los habitantes locales. Esta lista contiene información sobre el nombre común de cada planta, su categoría de uso, el modo de aplicación o preparación, así como forma de vida y el estrato vegetal al que pertenece cada especie. Este registro podría constituir una valiosa fuente de información para futuras investigaciones en el ámbito de la etnobotánica, así como para iniciativas de documentación y conservación de conocimiento tradicional.

#### *Registro de plantas útiles en acahuales*

En total, se registraron y determinaron taxonómicamente 48 especies de plantas útiles en los nueve acahuales de muestreo. Es importante señalar que estas 48 especies fueron registraron exclusivamente en los sitios muestreados; sin embargo, forman parte del conjunto de 130 plantas útiles mencionadas por los pobladores. Las especies registradas en los acahuales corresponden a siete categorías diferentes de uso ( i.e., alimento, construcción, doméstico, forraje, medicinal, ornamental y repelente). El uso medicinal fue el más representativo, con el 54.1% de los registros, abarcando remedios y tratamientos para diversas molestias, enfermedades respiratorias y gastrointestinales, heridas, regulación del azúcar, ácido úrico y circulación sanguínea, así como padecimientos culturales como “el espanto”, entre otros usos.

En cuanto al uso alimenticio registrado, representa el 18.7% del total de las plantas reconocidas, consumiéndose diferentes partes de la planta (i.e., flor, hoja, fruto y raíz).

En la Tabla 9, se describen las 48 plantas registradas en los nueve sitios de muestreo, considerando su identificación en distintos niveles taxonómicos, sus características biológicas y anatómicas, así como la etapa de sucesión correspondiente al número de años de descanso registrado.

Tabla 9. Especies Vegetales registradas en Acahuales de las comunidades "Demañi y Palo Perdido", en Tlahuiltepa, Hidalgo, México, durante este estudio.

Nombre común	Identificación Taxonómica	Características generales	Tipo de Vegetación*	Etapas de sucesión Ecológica**	Uso tradicional
Bejuco amarillo	<i>Cuscuta</i> L.	Se distribuye entre los 1,000 y 1,600 m.s.n.m., son plantas herbáceas y parásitas con tallos, lisos, en forma de hilos amarillos con flores pequeñas blancas (Costea <i>et al.</i> , 2013).	BC	EI/ET	Medicinal
Espina	<i>Solanum myriacanthum</i> Dunal,	Planta arbustiva de hasta 2 m de altura, con hojas grandes y con pequeñas espinas verde o púrpuras, , pequeñas flores blancas y frutos de pulpa color verde-amarillo (Cuevas-Reyes, 2018)	ZA	EI	Medicinal
Gordolobo	<i>Roldana aschenborniana</i> (S. Schauer) H. Rob. y Brettell.	Planta arbustiva de hasta 2 m de altura, con hojas grandes y con pequeñas espinas verde o púrpuras, , pequeñas flores blancas y frutos de pulpa color verde-amarillo (Cuevas-Reyes, 2018)	BC	EI	Medicinal
Lengua de borrego	<i>Lasianthaea fruticosa</i> (L.) K.M.Becker.	Arbusto de hasta 3 m de altura, hojas aplanadas y con protuberancias y pequeñas flores amarillas en racimo, ubicadas en las puntas de las ramas (Cortés <i>et al.</i> , 2024).	ZA	EI	Forraje
Retoño	Familia <i>Lauraceae</i> Juss.	Árboles o arbustos con flores pequeñas blancas o amarillas, agrupadas en racimos, fruto carnoso color verde o amarillo pálido (van der Werff, 1997).	BC	EI	Forraje
Aretes	<i>Vinca major</i> L.	Planta herbácea de tipo enredadera de hasta 50 cm de tamaño, flores con 5 pétalos de color azul o morado (Rajput, <i>et al.</i> , 2011).	BM	EI	Accesorio
Bailadora	<i>Thalictrum strigillosum</i> Hemsl.	Planta herbácea de 1 a 1.50 m de altura, con flores pequeñas color amarillas y sin pétalos, pero con estambres grandes (Téllez-Mazzocco, 2006).	BC	EI/EIT/ET	Medicinal
Cardo santo	<i>Cirsium raphilepis</i> Petr.	Planta herbácea de hasta 1 m de altura, con hojas de hasta 30 cm de largo con espinas en los márgenes y flores en forma de espina color morado-rosadas (CONABIO, 2009).	BC	EI/EIT	Medicinal

Nombre común	Identificación Taxonómica	Características generales	Tipo de Vegetación*	Etapas de sucesión Ecológica**	Uso tradicional
Chapadá	<i>Cestrum</i> L.	Arbusto de tallos erectos, ramificados con hojas simples e inflorescencias agrupadas, fruto en forma de valla (Gallego, 2012).	BC	EI/EIT	Medicinal
Hierba del sapo	<i>Eryngium</i> Tourn. ex L.	Planta herbácea de hasta 50 cm con hojas dispuestas en forma de roseta y con márgenes en forma de espinas, con pequeñas flores espinosas azules o moradas (Palá., 2004).	BC	EI/EIT	Medicinal
Morita	<i>Solanum</i> L.	Arbustos de crecimiento rápido, flores pequeñas agrupadas y frutos esféricos, algunas especies consideradas como maleza en cultivos (Castroviejo., 2012).	BC	EI/EIT	Medicinal
Ortiga	<i>Urtica membranacea</i> Wedd.	Plantas herbáceas, presenta hojas dentadas con pelos urticantes. Tallos de 15 a 150 cm. y flores en racimos simples de color verdoso. (Paiva y Castroviejo, 1993)	BC	EI/EIT	Medicinal
Pesma	<i>Dryopteris wallichiana</i> (Spreng.) Hyl.	Helecho que alcanza hasta 1.5 m, con hojas verde grandes y anchas tri-pinnadas (Hojas con un eje central y pequeñas hojas laterales) , (Fraser, 2007),	BC	EI/EIT	Ornamental
Tepozán	<i>Buddleja cordata</i> Kunth.	Árboles de hasta 20 m de altura, hojas con el haz verde y el envés de color verde grisáceo a blanquecino y flores pequeñas, amarillentas (Rangel, <i>et al.</i> , 2003).	BC	EI/EIT	Medicinal
Xocoyol	<i>Oxalis triangularis</i> A.St.-Hil.	Planta herbácea perenne que se caracteriza por sus hojas en forma de trébol, de color verde. Produce flores rosadas o blancas (Muñoz-Garmendia., 2015).	BC	EI/EIT/ET	Alimento
Nogal	<i>Juglans</i> L.	Árboles con tallos de corteza rugosa y ramas de corteza lisa, su fruto es esférico y con una nuez en su interior (Loewe y González., 2001).	BC	EI	Alimento
Zarza	<i>Rubus adenotrichos</i> Schlttdl.	Arbusto de 1 a 4m, tallos con espinas, hojas con bordes con dientecillos, flores de color blanco o rosa y frutos de color rojo oscuro (Schmidt <i>et al.</i> , 2024).	BC	EI/EIT	Alimento/Medicinal

Nombre común	Identificación Taxonómica	Características generales	Tipo de Vegetación*	Etapas de sucesión Ecológica**	Uso tradicional
Antijuelilla	<i>Lepidium virginicum</i> L.	Planta herbácea de 20 a 70 cm, con pequeñas flores blancas y frutos en forma de lenteja (Martínez-Imamura., 2021).	BC/BM	EI/EIT	Medicinal
Mora	<i>Celtis</i> L.	Árboles que se caracterizan por presentar hojas simples, con márgenes enteros o con dientes, Las flores son pequeñas, verde-amarillentas y el fruto es carnoso (Zamengo, <i>et al.</i> , 2021).	BC	EIT	Construcción
Bretónica	<i>Prunella vulgaris</i> L.	Planta de hasta 60 cm, con hojas ovadas con pequeñas vellosidades e inflorescencias color azul-violeta (Montejano y Almaguer, 2023),	BC	EIT	Medicinal
Correa	<i>Carya</i> Nutt.	Árboles de hasta 40 m de altura, las flores se organizan en forma de espigas, los frutos son en forma de drupa con una nuez en el centro que puede ser dulce o amarga (Casales <i>et al.</i> , 2018).	BM	EIT	Construcción
Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i> , F.H. Wigg.	Planta herbácea con hojas dispuestas en roseta, con flores amarillas y fruto en forma de cerdas blancas (Martínez <i>et al.</i> , 2015).	BC	EIT	Medicinal
Doradilla	<i>Selaginella</i> P.Beauv.	Planta pequeña con aspecto de musgo y hojas escamosas, crece en piedras o zonas rocosas (Martínez y Novara, 1996).	BC	EIT	Medicinal
Maguey de piedra	<i>Agave mitis</i> Mart.	Caracterizada por una roseta de hojas carnosas y curvadas que terminan en punta afilada, el follaje verde con finos dientes en los bordes, las hojas pueden alcanzar hasta 70 cm (Thiede, 2016).	BM	EIT	Medicinal
Mimbres	<i>Viburnum</i> Raf.	Árboles o arbustos de hoja decidua o siempre verdes, flores pequeñas y numerosas, fruto en forma de drupa en forma globosa (Werres <i>et al.</i> , 2001).	BM	EIT	Medicinal
Laurel	<i>Litsea glaucescens</i> D.Don	Árbol de 1.5-5.4 m de alto, Inflorescencia pequeñas agrupadas, de 3-5 flores por inflorescencia, presenta Fruto en drupa (pulpa) (Armenta <i>et al.</i> , 2011).	BC	EIT	Alimento

Nombre común	Identificación Taxonómica	Características generales	Tipo de Vegetación*	Etapas de sucesión Ecológica**	Uso tradicional
Quelite	<i>Amaranthus</i> L.	se caracteriza por incluir plantas herbáceas anuales o arbustivas con flores de diversos colores, de verde a morado o púrpura (Luis <i>et al.</i> , 2018).	BM	EIT	Alimento
Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i> Moc. y Sessé ex DC.	Árbol espinoso de hasta 10 m de altura, corteza color gris-rojiza, hojas simples con margen aserrado, flores con pétalos blancos y fruto carnoso amarillo de 2-3 cm (CONABIO, 2009).	BM	EIT	Alimento/Medicinal
Insulina	<i>Salvia amarissima</i> Ortega	Planta herbácea, aromática de hasta 80 cm, con tallo cuadrangular y pequeñas flores moradas (Gutiérrez-Guzmán, 2021).	BC	EIT	Medicinal
Lirio	<i>Isochilus unilateralis</i> B.L. Rob.	Planta herbácea de 12 a 30 cm con tallos cubiertos por vainas foliares, hojas acampanadas con pétalos color lila pálido o rosa-morado de 2 a 4 cm (García <i>et al.</i> , 2003).	BM	EIT	Ornamental
Sauco	<i>Sambucus canadensis</i> Burm.f.	Árbol de 3 a 5 m generalmente (hasta 15 m), hojas con los márgenes acerrados, flores pequeñas blancas y fruto carnoso color negro o morado (Schmitzer <i>et al.</i> , 2012),	BM	EIT/ET	Medicinal
Hierba santa	<i>Piper auritum</i> Kunth	Planta herbácea de hasta 2 m, hojas grandes y las flores están colocadas en espigas parecidas a cordoncillos verde pálido (Mendoza-Aponte, 2017)	BC	EIT	Repelente/Alimento
Escoba	<i>Baccharis conferta</i> Kunth	Arbusto de hasta 2 m de altura, con pequeñas hojas en forma de rombo y flores amarillas o blancas agrupadas (Weimann, <i>et al.</i> , 2002).	BM	ET	Uso doméstico
Hierba de guajolote	<i>Salvia</i> L.	Las formas de crecimiento en <i>Salvia</i> incluyen hierbas arbustos, con tallos en forma rectangular, las flores presentan cáliz y corola y se presentan en forma de racimo. (Cruz, 2018).	BM	ET	Forraje
Monte de zorrillo	<i>Ptelea</i> L.	Arboles y arbustos con hojas ovoides y flores son pequeñas y agrupadas, algunas despiden un mal olor (Stewart, 2021).	BM	ET	Forraje

Nombre común	Identificación Taxonómica	Características generales	Tipo de Vegetación*	Etapas de sucesión Ecológica**	Uso tradicional
Hierba del cáncer	<i>Acalypha monostachya</i> Cav.	Planta arbustiva con hojas en forma ovada con márgenes dentados e inflorescencias vistosas colgantes (Guillén-Meléndez, 2021).	BM	ET	Medicinal
Granada de campo	<i>Bomarea edulis</i> (Tussac) Herb.	Planta herbácea con hojas alargadas y flores de varios tonos de rosado y en algunos casos violeta-rojizos en la base y manchas negras en el interior de la flor (Garbisco <i>et al.</i> , 2001).	BM	ET	Alimento
Chupona	<i>Pseudognaphalium</i> sp. Kirp.	Planta herbácea, hojas lanosas color verde y opacas en el envés, en cada cabezuela produce un conjunto de 15 a 25 flores en forma de estrella color pardo (Sombra-Argüelles, 2019).	BM	ET	Medicinal
Flor de tila	<i>Tilia americana</i> L.	Especie arbórea de 5 a 20 m de alto, corteza con estrías longitudinales y flores color verde o rojo y frutos esféricos de color gris-marrón (Herrera <i>et al.</i> , 2008),	BM	ET	Alimento/Medicinal
Guaje cimarrón	<i>Zapoteca tetragona</i> (Willd.) H.M. Hern.	Arbustos con la base leñosa de hasta 5 m de altura, flores con estambres blancos y llamativos y fruto en forma de legumbre (Bansi <i>et al.</i> , 2014).	BM	ET	Forraje
Cólica	<i>Oenothera</i> L.	Planta herbácea que crece en rocas o suelos rocosos, El fruto es una cápsula con longitud de alrededor de 2.5 cm, con varias semillas pequeñas y desnudas (Romero <i>et al.</i> , 2020).	BM	ET	Medicinal
Valiente	<i>Priva lappulacea</i> (L.) Pers.	Hierba de menos de 1 m de altura, hojas de hasta 12 cm de largo y 6.5 cm de ancho, flores con corola blanca, sus frutos tienen ganchos que se adhieren en ropa y pelaje de los animales (CONABIO, 2009).	BM	ET	Alimento
Quintoniles	<i>Amaranthus blitum</i> Moq.	Planta herbácea de 1 hasta 2 m de altura, tallo con rayas longitudinales, a veces rojizo, con numerosas flores dispuestas en verticilos muy cercanos entre sí (Jahan <i>et al.</i> , 2022).	BM	ET	Alimento

Nombre común	Identificación Taxonómica	Características generales	Tipo de Vegetación*	Etapas de sucesión Ecológica**	Uso tradicional
Quelite rayado	<i>Amaranthus hybridus</i> E.H.L. Krause	Planta de 20-100 cm, hojas ovadas o romboidales teñidas de color rojizo, flores agrupadas en una inflorescencia terminal de color verdoso-rojizo (Nana <i>et al.</i> , 2012).	BM	ET	Alimento
Aguacate de ardilla	<i>Persea americana</i> Mill.	Árboles hasta de 30 m de altura, Hojas ovadas, haz verde oscuro, flores pequeñas, verdosas, frutos carnosos, ovados amarillo-verdosos a marrón y púrpura, cáscara delgada o gruesa (Pérez <i>et al.</i> , 2015).	BM	ET	Alimento
Tlashcale	Familia <i>Iridaceae</i> Juss.	plantas herbáceas, flores pequeñas generalmente de 6 pétalos dispuestas en racimos, fruto en forma de capsula, es polinizada por una gran variedad de insectos (Rzedowski, 1988).	BM	ET	Alimento
Llantén	<i>Plantago australis</i> Lam.	Planta herbácea con las hojas en roseta basal, de 15-30 cm de altura con flores dispuestas en espigas densas en el extremo de delgados tallos (Chávez-Silva, 2019).	BM	ET	Medicinal
Ciruelilla	<i>Rhus virens</i> Lindh. ex A.Gray	Arbustos con hojas color verde oscuro. presenta racimos de pequeñas flores color pardo-rojizo y frutos esféricos en forma de baya color naranja=rojo (Luna., 2015).	BM	ET	Construcción

\*Tipo de vegetación: BC Bosque de Coníferas (Pino-Encino); BM Bosque Mesófilo de montaña; ZA Zona de Agricultura Temporal;  
\*\*Etapas de Sucesión: EI Inicial; EIT Intermedia; ET: Tardía.

Como se observa en la Tabla 10, el sitio con mayor diversidad de especies utilizadas corresponde al sitio 9, ubicado cerca de la comunidad de Palo Perdido. Lo anterior puede explicarse debido a que fue el sitio muestreado con el mayor período de descanso, correspondiente a 50 años. A medida que los acahuales maduran, se produce un proceso natural de sucesión ecológica en el que las especies pioneras son reemplazadas gradualmente por especies más diversas y complejas. Durante este período de descanso, se establecen las condiciones ambientales para que nuevas especies colonicen el área y se establezcan, lo que resulta en una mayor diversidad de especies (Travieso *et al.*, 2006).

Tabla 10. Registro total de cantidad de plantas útiles por sitio de muestreo.

Sitio de Muestreo	Años de descanso	Comunidad de Tlahuiltepa, Hgo.	Tipo de Vegetación	No. De plantas útiles registradas
1	30	Demañi	Bosque de pino-encino	12
2	10	Demañi	Bosque de pino-encino	7
3	4	Demañi	Zona de Agricultura Temporal	5
4	1	Demañi	Zona de Agricultura Temporal	2
5	15	Demañi	Bosque de pino-encino	7
6	10	Demañi	Bosque de pino-encino	5
7	11	Demañi	Bosque de pino-encino	4
8	15	Palo perdido	Bosque Mesófilo de montaña	10
9	50	Palo perdido	Bosque Mesófilo de montaña	21

A continuación, se presentan los resultados obtenidos por sitio de muestreo, con relación a las especies vegetales útiles reconocidas.

Tabla 11. Registro de plantas útiles en el sitio de muestreo 1.

**Tipo de vegetación:** Bosque de Pino-Encino

**Periodo de descanso:** 30 años

**Fecha de Muestreo:** 07/04/2023

**Comunidad:** Demañi, Tlahuiltepa, Hgo.

**Coordenadas UTM:** -98.990084, 20.925373.

Nombre científico	Categoría de uso	Uso	Modo de uso	Estrato
Pesma ( <i>Dryopteris wallichiana</i> (Spreng.) Hyl.)	Ornamental	Arreglos florales	Se mezcla con diferentes plantas de ornato.	Herbáceo
Sauco ( <i>Sambucus canadensis</i> Burm.f.)	Medicinal	Remedio para la tos y problemas digestivos.	Infusión de las hojas.	Arbóreo
Cardo santo ( <i>Cirsium raphilepis</i> Petr.)	Medicinal	Remedio para problemas de riñón e hígado.	Infusión: se utiliza la raíz para el riñón y la flor y la semilla para el hígado.	Herbáceo
Ortiga ( <i>Urtica membranacea</i> Wedd.)	Medicinal	Para la caída de cabello.	Infusión y masajes en el cabeza mezclado con aceite de olivo.	Herbáceo
Laurel ( <i>Litsea glaucescens</i> D. Don)	Alimento y Medicinal	1) Condimento; 2) dolor de estómago; 3) intoxicación.	1) Uso de hojas en la preparación de alimentos; 2) Infusión para el estómago; 3) mezclado con leche para intoxicación.	Herbáceo
Tepozán ( <i>Buddleja cordata</i> Kunth.)	Medicinal	1) Remedio para la tos; 2) Remedio para la gastritis; 3) uso antiinflamatorio.	1) Infusión de las hojas; 2) Se quema terrero (variedad de sal mineral natural) hasta hacer brasa y se mezcla con la Infusión	Arbóreo

Nombre científico	Categoría de uso	Uso	Modo de uso	Estrato
			de tepozán; 3) Se mezcla con la planta "bailadora" y se unta en las ubres de las vacas cuando están criando.	
Gordolobo ( <i>Roldana aschenborniana</i> (S.Schauer) H.Rob. y Brettell)	Medicinal	Remedio para dolor de garganta.	Hoja picada con aceite de olivo y se realizan fomentos en la garganta.	Herbáceo
Antijuelilla ( <i>Lepidium virginicum</i> L.)	Medicinal	Remedio para el malestar estomacal e indigestión.	Infusión de la planta mezclada con bicarbonato y aceite de olivo.	Herbáceo
Lirio ( <i>Isochilus unilateralis</i> B.L.Rob.)	Ornamental	Arreglos florales	Se mezcla con diferentes plantas de ornato.	Herbáceo
Bailadora ( <i>Thalictrum strigillosum</i> Hemsl.)	Medicinal	1) Tratamiento para la mordedura de serpiente 2) Antiinflamatorio.	1) Se utiliza la Infusión de la planta y se aplican fomentos en la parte afectada 2) La mezclada con Tepozán y bailadora sirve como antiinflamatorio, se unta en las ubres de las vacas cuando están criando.	Herbáceo
Hierba del sapo ( <i>Thalictrum strigillosum</i> Hemsl.)	Medicinal	Remedio para problemas en los riñones, cálculos renales e inflamación del estómago.	Infusión, se utiliza la flor, raíz y hojas.	Herbáceo
Insulina ( <i>Salvia amarissima</i> Ortega)	Medicinal	1) Remedio para bajar el azúcar; 2) tratamiento para granos enterrados.	1) Infusión de la flor, tallo y hojas; 2) se tritura y mezcla con semilla de calabaza y se aplica en la zona afectada.	Herbáceo

Tabla 12. Registro de plantas útiles en el sitio de muestreo 2.

**Tipo de vegetación:** Bosque de Pino-Encino

**Tiempo de descanso:** 10 años

**Fecha de Muestreo:** 07/04/2023

**Comunidad:** Demañi

**Coordenadas UTM:** -98.98941, 20.926195

Nombre científico	Categoría de uso	Uso	Modo de uso	Estrato
Pesma ( <i>Dryopteris wallichiana</i> (Spreng.) Hyl.)	Ornamental	Arreglos florales	Se mezcla con diferentes plantas de ornato.	Herbáceo
Cardo santo ( <i>Cirsium raphilepis</i> Petr.)	Medicinal	Remedio para problemas de riñón e hígado.	Infusión: se utiliza la raíz para el riñón y la flor y la semilla para el hígado.	Herbáceo
Ortiga ( <i>Urtica membranacea</i> Wedd.)	Medicinal	Para la caída de cabello.	Infusión y masajes en el cabeza mezclado con aceite de olivo.	Herbáceo

Nombre científico	Categoría de uso	Uso	Modo de uso	Estrato
Tepozán ( <i>Buddleja cordata</i> Kunth.)	Medicinal	1) Remedio para la tos; 2) Para la gastritis; 3) uso antiinflamatorio.	1) Infusión de las hojas; 2) Se quema terrero (variedad de sal mineral natural) hasta hacer brasa y se mezcla con la Infusión de tepozán; 3) Se mezcla con bailadora y se unta en las ubres de las vacas cuando están criando.	Arbóreo
Gordolobo ( <i>Roldana aschenborniana</i> (S.Schauer) H.Rob. y Brettell)	Medicinal	Remedio para dolor de garganta.	Hoja picada con aceite de olivo y se realizan fomentos en la garganta.	Herbáceo
Hierba del sapo ( <i>Thalictrum strigillosum</i> Hemsl.)	Medicinal	Remedio para problemas en los riñones, cálculos renales e inflamación del estómago.	Infusión, se utiliza la flor, raíz y hojas.	Herbáceo
Aretes ( <i>Vinca major</i> L.)	Ornamental	Las mujeres principalmente niñas las utilizan como aretes.	Se le quitan los pétalos y tallo a la flor y se usa el centro como accesorio.	Herbáceo

Tabla 13. Registro de plantas útiles en el sitio de muestreo 3.

**Tipo de vegetación:** Bosque de Pino-Encino

**Tiempo de descanso:** 4 años

**Fecha de Muestreo:** 06/05/2023

**Comunidad:** Demañi

**Coordenadas UTM:** -98.986238, 20.936899

Nombre científico	Categoría de uso	Uso	Modo de uso	Estrato
Bejuco amarillo ( <i>Cuscuta</i> L.)	Medicinal	1) Remedio para el espanto y hepatitis; 2) Tratamiento para eliminar los mezquinos.	1) Se mezcla con hojas de guayaba y durazno y se realizan baños; 2) se muelen y se aplica en los mezquinos.	Herbáceo
Gordolobo ( <i>Roldana aschenborniana</i> (S.Schauer) H.Rob. y Brettell)	Medicinal	Remedio para dolor de garganta.	Hoja picada con aceite de olivo y se realizan fomentos en la garganta.	Herbáceo
Espina ( <i>Solanum myriacanthum</i> Dunal)	Medicinal	Tratamiento para heridas.	Se quema la planta y se pone el humo en la herida.	Herbáceo
Lengua de borrego ( <i>Lasianthaea fruticosa</i> (L.) K.M.Becker)	Forraje	Se usa como alimento para el ganado.	Alimento para ganado	Herbáceo
Retoño ( <i>Lauraceae</i> Juss)	Forraje	Se usa como alimento para el ganado.	Alimento para ganado,	Arbustivo

Tabla 14. Registro de plantas útiles en el sitio de muestreo 4.

**Tipo de vegetación:** Bosque de Pino-Encino

**Tiempo de descanso:** 1 año

**Fecha de Muestreo:** 06/05/2023

**Comunidad:** Demañi

**Coordenadas UTM:** -98.986398, 20.937064

Nombre científico	Categoría de uso	Uso	Modo de uso	Estrato
Bejuco amarillo ( <i>Cuscuta</i> L.)	Medicinal	1) Remedio para el espanto y hepatitis; 2) Tratamiento para eliminar los mezquinos.	1) Se mezcla con hojas de guayaba y durazno y se realizan baños; 2) se muelen y se aplica en los mezquinos.	Herbáceo
Espina ( <i>Solanum myriacanthum</i> Dunal)	Medicinal	Tratamiento para heridas.	Se quema la planta y se pone el humo en la herida.	Herbáceo

Tabla 15. Registro de plantas útiles en el sitio de muestreo 5.

**Tipo de vegetación:** Bosque de Pino-Encino

**Tiempo de descanso:** 15 años

**Fecha de Muestreo:** 10/06/2023

**Comunidad:** Demañi

**Coordenadas UTM:** -98.986166, 20.941445

Nombre científico	Categoría de uso	Uso	Modo de uso	Estrato
Doradilla ( <i>Selaginella</i> P.Beauv.)	Medicinal	1) Remedio para Problemas en riñones; 2) remedio para el susto y dolor de cuerpo.	1) Infusión de la planta completa; 2) mezcla de cáscara de pemuche, doradilla, epazote y sumerio como remedio para el susto y dolor de cuerpo.	Herbáceo
Tejocote ( <i>Crataegus mexicana</i> Moc. y Sessé ex DC)	Alimento y Medicinal	1) Alimento; Remedio para la tos y resfriado.	1) Fruto comestible; 2) Infusión de las hojas.	Arbóreo
Bretónica ( <i>Prunella vulgaris</i> L.)	Medicinal	1) Remedio para el malestar estomacal y dolor de cabeza; 2) remedio para el susto.	1) Infusión; Infusión mezclada con monte de zorrillo, hoja de aguacate, manzana y durazno para el susto; 2) baños con bretónica molida para el susto.	Herbáceo
Zarza ( <i>Rubus adenotrichos</i> Schltl.)	Medicinal	1) Remedio para la neumonía y tos; 2) fruto comestible.	1) Hoja picada con aceite de olivo y aplicar fomentos en la garganta; 2) preparación de gelatina.	Arbustivo
Antijuelilla ( <i>Lepidium virginicum</i> L.)	Medicinal	Remedio para el malestar estomacal e indigestión.	Infusión	Herbáceo
Xocoyol ( <i>Oxalis triangularis</i> A.St.-Hil.)	Alimento	Tubérculo comestible	Tubérculo comestible	Herbáceo
Diente de león ( <i>Taraxacum officinale</i> , F.H.Wigg.)	Medicinal	Tratamiento para las heridas.	Se hierve la planta y se utiliza el agua para lavar la herida.	Herbáceo

Tabla 16. Registro de plantas útiles en el sitio de muestreo 6.

**Tipo de vegetación:** Bosque de Pino-Encino

**Tiempo de descanso:** 10 años

**Fecha de Muestreo:** 11/06/2023

**Comunidad:** Demañi

**Coordenadas UTM:** -98.98853, 20.925324

Nombre científico	Categoría de uso	Uso	Modo de uso	Estrato
Chapadá ( <i>Cestrum</i> L.)	Medicinal	Remedio para fiebre y dolor de cuerpo.	Planta hervida para realizar baños corporales.	Arbustivo
Bailadora ( <i>Thalictrum strigillosum</i> Hemsl.)	Medicinal	1) Mordedura de víbora; 2) Antiinflamatorio.	Se aplican fomentos de la planta triturada y hervida en la parte afectada; Mezcla de bailadora con tepezán como antiinflamatorio.	Herbáceo
Hierba Santa ( <i>Piper auritum</i> Kunth)	Repelente	1) Alimento; 2) repelente de mosquitos.	1) Se usa la hoja en la preparación de tamales de hoja de plátano; 2) se mezcla la hoja con alcohol.	Herbáceo
Morita ( <i>Solanum</i> L.)	Medicinal	Remedio para la fiebre	Se hierve para aplicarse baños.	Arbustivo
Xocoyol ( <i>Oxalis triangularis</i> A.St.-Hil.)	Alimento	Tubérculo comestible	Tubérculo comestible	Herbáceo

Tabla 17. Registro de plantas útiles en el sitio de muestreo 7.

**Tipo de vegetación:** Bosque de Pino-Encino

**Tiempo de descanso:** 11 años

**Fecha de Muestreo:** 11/06/2023

**Comunidad:** Demañi

**Coordenadas UTM:** 20.925324, 20.932932

Nombre científico	Categoría de uso	Uso	Modo de uso	Estrato
Cardo santo ( <i>Cirsium raphilepis</i> Petr.)	Medicinal	Remedio para problemas de riñón e hígado.	Infusión: se utiliza la raíz para el riñón y la flor y la semilla para el hígado.	Herbáceo
Nogal ( <i>Juglans</i> L.)	Alimento	Fruto comestible	Consumo de nueces silvestres.	Arbóreo
Zarza ( <i>Rubus adenotrichos</i> Schlttdl.)	Medicinal /Alimento	Remedio para la neumonía y tos; 2) alimento.	1) Infusión; 2) fruto comestible.	Arbustivo
Hierba del Sapo ( <i>Eryngium</i> Tourn. ex L.)	Medicinal	Remedio para los riñones, cálculos renales e inflamación del estómago.	Se hierve toda la planta (flor, hojas y raíz y se ingiere.	Herbáceo

Tabla 18. Registro de plantas útiles en el sitio de muestreo 8.

**Tipo de vegetación:** Bosque Mesófilo de montaña

**Tiempo de descanso:** 15 años

**Fecha de Muestreo:** 05/08/2023

**Comunidad:** Palo Perdido

**Coordenadas UTM:** -98.996618, 20.947836

Nombre científico	Categoría de uso	Uso	Modo de uso	Estrato
Laurel ( <i>Litsea glaucescens</i> D. Don)	Alimento y Medicinal	1) Condimento para la preparación de alimentos; 2) remedio para malestar estomacal.	1) Condimento en preparación de alimentos; 2) Infusión de las hojas.	Herbáceo
Correa ( <i>Carya</i> Nutt.)	Construcción	Se utiliza la corteza para fijar postes de cercas	Se quita la corteza y se desprende una capa delgada del tejido del tronco.	Arbóreo
Árbol mora ( <i>Celtis</i> L.)	Construcción	Construcción de cercas	Obtención de postes para construcción de cercas.	Arbóreo
Mimbres ( <i>Viburnum</i> Raf.)	Medicinal	1) Remedio para los reumas; 2) Remedio para la gripe.	1) mezclado en alcohol y untado; 2) Mezcla de mimbres, mameyquito, laurel y flor azul.	Arbóreo
Tejocote ( <i>Crataegus mexicana</i> Moc. y Sessé ex DC)	Alimento y Medicinal.	1) Alimento; Remedio para la tos y resfriado.	1) Fruto comestible; 2) Infusión de las hojas.	Arbóreo
Cardo santo ( <i>Cirsium raphalepis</i> Petr.)	Medicinal	Remedio para problemas de riñón e hígado.	Infusión: se utiliza la raíz para el riñón y la flor y la semilla para el hígado.	Herbáceo
Zarza ( <i>Rubus adenotrichos</i> Schlttdl.)	Medicinal /Alimento	Remedio para la neumonía y tos; 2) alimento.	1) Infusión; 2) fruto comestible.	Arbustivo
Hierba del Sapo ( <i>Eryngium</i> Tourn. ex L.)	Medicinal	Remedio para los riñones, cálculos renales e inflamación del estómago.	Se hierve toda la planta (flor, hojas y raíz) y se ingiere.	Herbáceo
Quelite ( <i>Amaranthus</i> L.)	Alimento	Alimenticio	Se cocinan en diferentes comidas.	Herbáceo
Maguey de piedra ( <i>Agave mitis</i> Mart.)	Medicinal	Tratamiento para la mordedura de serpiente.	Se tritura y se unta en la zona afectada.	Herbáceo

Tabla 19. Registro de plantas útiles en el sitio de muestreo 9.

**Tipo de vegetación:** Bosque Mesófilo de montaña

**Tiempo de descanso:** 50 años

**Fecha de Muestreo:** 05/08/2023

**Comunidad:** Palo Perdido

**Coordenadas UTM:** -98.997497, 20.949824

Nombre científico	Categoría de uso	Uso	Modo de uso	Estrato
Bailadora ( <i>Thalictrum strigillosum</i> Hemsl.)	Medicinal	1) Mordedura de víbora; 2) Antinflamatorio.	Se aplican fomentos de la planta triturada y hervida en la parte afectada; Mezcla de bailadora con tepozán como antiinflamatorio.	Herbáceo
Escoba ( <i>Baccharis conferta</i> Kunth)	Doméstico	Se utiliza como escoba.	Se juntan y amarran las ramas para usar como escoba.	Arbustivo
Sauco ( <i>Sambucus canadensis</i> Burm.f.)	Medicinal	1) Remedio para la tos y problemas digestivos; 2) Remedio para el vómito.	1) Infusión de las hojas; 2) Mezcla de simonillo y ruda para el vomito	Arbóreo
Hierba de Guajolote ( <i>Salvia</i> L.)	Forraje	Alimento para ganado	Alimento para ganado	Arbustivo
Monte de zorrillo ( <i>Ptelea</i> L.)	Forraje	Alimento para ganado	Alimento para ganado	Arbustivo
Hierba del cáncer ( <i>Acalypha monostachya</i> Cav.)	Medicinal	Remedio para las heridas.	Se hierve y se aplican fomentos.	Arbustivo
Granada de campo ( <i>Bomarea edulis</i> (Tussac) Herb.)	Alimento	Alimento para pobladores.	Fruto comestible.	Herbáceo
Chupona ( <i>Pseudognaphalium</i> sp. Kirp.)	Medicinal	Tratamiento para heridas.	Se coloca la hoja fresca en la zona afectada.	Herbáceo
Bejuco Amarillo ( <i>Cuscuta</i> L.)	Medicinal	Remedio para el espanto	Se realizan baños para el espanto (mezclado con hojas de otras plantas).	Herbáceo
Flor de Tila ( <i>Tilia americana</i> L.)	Alimento y Medicinal	1) Para el insomnio y nervios; 2) hoja comestible.	Se utiliza 3 partes (fruto, flor y hoja) en fusión mezclada con toronjil; 2) consumo de hoja fresca como alimento.	Arbóreo
Guashi o guaje cimarrón ( <i>Zapoteca tetragona</i> (Willd.) H.M. Hern.)	Forraje	Alimento para ganado	Produce una vaina que sirve como alimento para el ganado.	arbustivo
Cólica ( <i>Oenothera</i> L.)	Medicinal	Purgante	Planta carnívora que se alimenta de insectos, se utiliza como remedio para malestares estomacales.	Herbáceo
Xocoyol ( <i>Oxalis triangularis</i> A.St.-Hil.)	Alimento	Tubérculo comestible	Tubérculo comestible	Herbáceo
Valiente ( <i>Priva lappulacea</i> (L.) Pers.)	Alimento	Alimento para los pobladores.	Consumo de las hojas frescas.	Herbáceo
Antijuelilla ( <i>Lepidium virginicum</i> L.)	Medicinal	Remedio para el malestar estomacal e indigestión.	Infusión de la planta mezclada con bicarbonato y aceite de olivo.	Herbáceo
Quintoniles ( <i>Amaranthus blitum</i> Moq.)	Alimento	Consumo de los pobladores.	Se concina las hojas.	Herbáceo

Quelite rayado ( <i>Amaranthus hybridus</i> E.H.L. Krause)	Alimento	Consumo de los pobladores.	Se concina las hojas.	Herbáceo
Aguacate de Ardilla ( <i>Persea americana</i> Mill.)	Alimento	Alimento para ardillas y pobladores.	Produce un fruto que sirve como alimento para ardillas y la hoja sirve para consumo humano.	Herbáceo
Tlashcale (Familia <i>Iridaceae</i> Juss)	Alimento	Alimento para pobladores.	Tubérculo o raíz que sirve de alimento.	Herbáceo
Ciruelilla ( <i>Rhus virens</i> )	Construcción	construcción de cercas.	Obtención de postes para cercas.	Arbustivo
Llantén ( <i>Plantago australis</i> Lam.)	Medicinal	Remedio para la diarrea	Infusión	Herbáceo

El tipo de vegetación es otro factor que está directamente relacionado con la diversidad de especies aprovechadas por los pobladores. En los resultados, se observa una mayor diversidad de plantas útiles en los sitios de muestreo que presentan manchones de Bosque Mesófilo de montaña, seguido de los bosques de pino-encino y, finalmente, las zonas de agricultura temporal, que fueron las que registraron menor diversidad de especies vegetales utilizadas por los pobladores.

Los resultados obtenidos muestran una estructura dominada por especies herbáceas en acahuales de menos de cinco años, en los cuales se registran principalmente plantas usadas como forraje para el ganado. A medida que avanza el proceso de regeneración natural, se observa un incremento en la diversidad de especies en los tres estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo).

Se identificaron algunas especies consideradas pioneras en el proceso de sucesión ecológica. Entre ellas, destaca el “gordolobo”, que muestra una marcada dominancia en los acahuales en etapas iniciales de regeneración (entre 1 y 4 años). Esta especie se encuentra incluso en terrenos con pastizales inducidos, lo que demuestra su alta capacidad de adaptación a condiciones perturbadas. Las especies pioneras generalmente se caracterizan por su rápido crecimiento, alta tolerancia a condiciones adversas y capacidad para

establecerse en suelos pobres. Son las primeras en colonizar áreas perturbadas, cumpliendo un papel fundamental (Travieso *et al.*, 2006).

Por otro lado, el “cardo santo” se registró en sitios de muestreo con diferentes edades sucesionales. No obstante, su abundancia es baja, ya que generalmente presenta ejemplares aislados. Aun así, se ha observado una gran presencia de esta planta en las orillas de caminos y carreteras, lo cual sugiere su adaptación a condiciones específicas negativas como la compactación del suelo, la exposición constante al viento, la contaminación por gases vehiculares y la escasez temporal de agua.

En los acahuales en etapas tempranas de regeneración también se han registrado especies arbóreas pioneras, como el aile y el tepozán, que contribuyen al establecimiento de la cobertura vegetal en etapas de regeneración posteriores.

Asimismo, se observó que diversos tipos de helechos actúan como especies pioneras dominantes en áreas que han sido sometidas a quemas. Esta capacidad de colonizar rápidamente suelos perturbados y expuestos a la luz solar directa evidencia el rol de los helechos en las primeras fases del proceso sucesional. Sin embargo, algunas especies herbáceas, incluidos ciertos helechos, pueden llegar a obstaculizar el desarrollo de otras plantas al competir por espacio y recursos, lo que puede provocar un fenómeno conocido como sucesión detenida, es decir, una interrupción en el proceso de regeneración natural que afecta la composición y estructura de la comunidad vegetal (Sabattini *et al.*, 2023).

#### *8.4 Manejo de Acahuales*

En el área de estudio, los pobladores identifican claramente a las comunidades vegetales de los acahuales, a las que asignan nombres locales según los años de descanso del terreno y la composición de la vegetación. De este modo, se conocen como barañal, montecito, palizada y desmonte a la vegetación secundaria dominada por especies pioneras de arbustos y herbáceas; mientras que llaman chaparral y mixcahual a comunidades secundarias caracterizadas

por la presencia dominante de arbustos y árboles que superan los tres metros de altura.

Los pobladores utilizan el término “tierra virgen” para referirse a los acahuales de más de 10 años, donde el suelo ha recuperado completamente su fertilidad.

Como se muestra en el mapa de la Figura 13, los acahuales se encuentran mayormente en zonas cercanas a las comunidades, como resultado de áreas de cultivo que han sido abandonadas, las cuales, lejos de representar una pérdida, han dado lugar a un proceso de regeneración natural de la cobertura vegetal, propiciando la recuperación de ecosistemas secundarios que cumplen funciones ecológicas y sociales fundamentales. Tales ecosistemas albergan una diversidad considerable de especies vegetales con potencial de uso, muchas de las cuales poseen un alto valor, como en la medicina tradicional, el suministro de alimentos silvestres, la obtención de leña para uso doméstico y la provisión de materiales como postes para la construcción de cercas.

A pesar de que estos recursos vegetales, en contextos rurales, representan una alternativa valiosa para el sustento cotidiano, gran parte de este saber local permanece en constante disminución. La pérdida progresiva del conocimiento tradicional, especialmente entre las nuevas generaciones, ha limitado el reconocimiento y aprovechamiento de los recursos que ofrecen estos espacios.

Esto se debe, en parte, a los cambios en las dinámicas socioculturales, el desplazamiento de prácticas ancestrales por modelos productivos modernos y la escasa valoración del conocimiento local en políticas de manejo y conservación. Por ello, resulta urgente fomentar acciones que integren el saber tradicional con estrategias de manejo sustentable, reconociendo el papel estratégico que juegan los acahuales tanto en la conservación de la biodiversidad como en la resiliencia de las comunidades rurales, y como herramienta de educación ambiental.

El conocimiento tradicional forma parte del legado cultural de comunidades indígenas y rurales. Documentarlo evita su pérdida progresiva debido a la globalización, la migración o el desinterés intergeneracional. Es una forma de reconocer y revalorizar saberes ancestrales que han sido fundamentales.

Con base en la información recopilada durante el proceso de muestreo, se elaboró una memoria fotográfica de las actividades hechas en la zona durante este estudio (ver Anexo 5), y una guía de especies vegetales con algún tipo de aprovechamiento, registradas en los acahuales de muestreo (ver Anexo 6). Dicha guía se estructura a partir de fichas técnicas individuales para cada especie identificada, las cuales incluyen información detallada sobre su nombre común, identificación taxonómica, descripción de características morfológicas y ecológicas, usos tradicionales, formas de uso, así como información adicional de interés.

La finalidad de esta guía es documentar y preservar el conocimiento tradicional local relacionado con el aprovechamiento de especies vegetales presentes en acahuales de diferentes etapas de sucesión, considerando los conocimientos, prácticas e intereses de las comunidades locales de la zona de estudio.

Con el propósito de preservar este valor cultural y fomentar su integración como herramienta de educación ambiental en el diseño e implementación de estrategias para el manejo sustentable de los acahuales, se entregó un ejemplar de la guía mencionada a los delegados de ambas comunidades estudiadas. Asimismo, la guía fue presentada a la población en general, junto con la información obtenida a partir del presente estudio (Figura 20).



Figura 20. Presentación de la “Guía Ilustrativa” a pobladores de la zona de estudio.

Conforme a los datos obtenidos de entrevistas informales en campo y observación directa, se ha encontrado que en ambas comunidades de estudio los acahuales son considerados de vital importancia para los habitantes, siendo una fuente primordial de servicios ecosistémicos de provisión. Los pobladores implementan una variedad de técnicas que constituyen la base de un sistema de gestión de las áreas en descanso.

Durante el período de descanso, en ocasiones se establecen huertos donde se cultivan especies vegetales con valor alimenticio, como chile, ciruela, jitomate, camote, manzana, pera, calabaza, entre otros. Para estos huertos se utilizan almácigos o siembra directa, y se aplica “abono de encino”, una tierra fina obtenida del monte, debajo de la hojarasca de encino bashi o “encino negro” (*Quercus mexicana*), que contiene una gran cantidad de nutrientes producto de la descomposición de materia orgánica.

Durante el proceso de desmonte, en ciertos casos se conservan especies que han crecido durante el período de descanso, principalmente retoños de árboles frutales y especies herbáceas con usos medicinales y alimenticios, generando un “acompañamiento” entre las plantas cultivadas y las aprovechadas.

El uso de acahuales para pastoreo durante el período de descanso se implementa en algunos casos. Según la información proporcionada por los pobladores, esta actividad contribuye a la recuperación de las condiciones productivas del suelo mediante la eliminación de plantas consideradas como malezas y la incorporación de materia orgánica al suelo a través de las excretas del ganado. Además, algunos pobladores obtienen ingresos económicos mediante el cobro por prestar o alquilar la zona durante el período de descanso para el pastoreo de ganado bovino, principalmente.

Con base en lo observado y en la información recopilada de los entrevistados, durante los primeros tres años de un acahual, el estrato herbáceo es dominante en la estructura vegetal. Durante esta fase, muchas especies vegetales se utilizan como alimento para el ganado, mientras que otras tienen aplicaciones medicinales o son consumidas por los pobladores.

Estas plantas, consideradas especies pioneras, crean las condiciones ambientales y del suelo que influyen en la composición y diversidad florística.

Los acahuales con más de 15 años se consideran maduros, con un estrato arbóreo que cubre gran parte del terreno, indicando una recuperación vegetal similar a la de un bosque primario, con una variedad de árboles utilizados principalmente para construcción y leña.

El término “barbecho” se utiliza para describir áreas agrícolas que se siembran cada uno o dos años, por lo que una zona se considera acahual a partir de los tres años. Durante esta etapa comienzan a crecer los primeros árboles, como ailes, encinos, tepozanes y nogales, de 1 a 2 metros de altura, que influyen directa e indirectamente en el proceso de regeneración, proporcionando nutrientes, sombra y las condiciones ambientales que determinan el crecimiento de ciertas especies del sotobosque, las cuales a su vez influyen en la sucesión ecológica.

Cuando se destina un acahual para pastoreo, es necesario realizar labores de mantenimiento, como el deshierbe de plantas no consumidas por el ganado y que se cree que obstaculiza el crecimiento de plantas forrajeras. Sin embargo, cuando un terreno agrícola es abandonado, deja de recibir cualquier tipo de manejo, lo que puede provocar degradación forestal y una lenta recuperación de la fertilidad del suelo.

Debido a la intensificación de la siembra y los breves períodos de descanso que se otorgan a los acahuales, el suelo comúnmente pierde su fertilidad, lo que ha llevado a limitar su uso a la siembra de pasto como forraje para el ganado. Como resultado, se ha observado una importante erosión del suelo debido a la reconversión de zonas agrícolas en pastizales inducidos. En muchos casos, se opta por sembrar pasto importado de Estados Unidos, el cual tiene un rápido crecimiento y es resistente a condiciones climáticas extremas, como las heladas. Sin embargo, este tipo de pastizales inducidos fomenta la erosión del suelo al impedir la regeneración natural de las plantas nativas, lo que provoca el fenómeno de sucesión arrestada y, en última instancia, conduce a la degradación forestal.

### *Situación jurídica actual en materia de acahuales*

En cuanto a los aspectos legales que regulan la gestión de los acahuales, en el municipio identificó la ausencia de lineamientos jurídicos que contemplen la tala de árboles para uso doméstico. Considerando que en México una proporción significativa de los bosques está bajo propiedad ejidal y comunal, estos representan un componente clave en su gestión. Por ello, se identifican vacíos en las bases jurídicas relacionadas con los acahuales, considerando que la legislación vigente no especifica cuántos años de abandono son necesarios para que un terreno sea clasificado como acahual. Adicionalmente, no se establece el tiempo que debe transcurrir para que deje de ser considerado como tal y pase a catalogarse como vegetación secundaria con características de bosque primario. En consecuencia, resulta necesario definir rangos de edad que permitan determinar con mayor precisión el estado sucesional y el grado de madurez de los acahuales.

En muchos casos, los propietarios de terrenos forestales ven a los acahuales como un potencial productivo mediante la comercialización de productos, principalmente maderables. Sin embargo, en diversas zonas rurales, estos ecosistemas son la principal fuente de autoabastecimiento de madera y productos no maderables, por lo cual algunos propietarios no consideran necesario ajustarse a la normatividad que regula los acahuales, ya que esta dificulta su aprovechamiento y manejo, sobre todo en la extracción de madera para la obtención de leña y postes de construcción, resultante del sistema de roza, tumba y quema.

Particularmente en el estado de Hidalgo, no se cuenta con registros de investigaciones enfocadas en el diseño e implementación de sistemas de manejo para acahuales. No obstante, de acuerdo con datos proporcionados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del estado de Hidalgo (SEMARNATH), se tiene el primer predio registrado con aprovechamiento y manejo forestal, denominado "Ramboyet", ubicado en el municipio de San Bartolo Tututepec, en una zona catalogada como "Agricultura Temporal", de acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:250,000, Serie VI del INEGI. El predio cuenta con una superficie de 3.6 hectáreas destinadas a

producción para aprovechamiento y manejo, con vegetación de bosque secundario de pino-encino, mediante el “Método de Desarrollo Silvícola”, que incluye cortas de regeneración, aclareos y el “método de árboles padre”, que consiste en realizar una sola corta de la cubierta forestal, exceptuando un pequeño número de árboles productores de semilla, que se dejan aislados o en pequeños grupos, con el objetivo de proporcionar la semilla necesaria para asegurar la regeneración de manera natural (Hawley y Smith, 1982), así como reforestación y tratamientos complementarios, como apertura de brechas cortafuego, podas de formación, chapeos para deshierbe y cercado.

Considerando que la regulación legal de los acahuales es un tema relativamente reciente, se identifica una falta de investigaciones enfocadas en desarrollar y diseñar propuestas de políticas públicas orientadas al uso y manejo de estos ecosistemas, tomando en cuenta el aprovechamiento local, ya que gran parte de las políticas forestales actuales tienden a favorecer el manejo a gran escala, omitiendo la gestión comunitaria. En este sentido, las políticas públicas enfocadas en el manejo sustentable de los acahuales podrían contribuir de manera significativa a la conciliación de objetivos productivos, de conservación y de desarrollo económico, reconociendo que las poblaciones rurales, indígenas y campesinas son actores clave en la gestión y conservación de los bosques.

Asimismo, es necesario diseñar e implementar programas y mecanismos de apoyo por parte de los distintos niveles de gobierno, con el objetivo de incentivar prácticas sustentables para el manejo integral de los acahuales, mediante estrategias de conservación, restauración ecológica y manejo sostenible de estos ecosistemas.

Tlahuiltepa, Hidalgo, actualmente cuenta con un Reglamento de Ecología y Protección al Medio Ambiente Municipal vigente, aprobado por el cabildo, mediante el cual se establecen las bases jurídicas para promover la protección del ambiente y el uso sustentable de los recursos naturales.

La tala de árboles en este municipio está actualmente bajo la supervisión de la Dirección de Ecología del H. Ayuntamiento. Antes de llevar a cabo cualquier desmonte, es obligatorio notificar a las autoridades pertinentes para que evalúen

la viabilidad de esta actividad. En este proceso, el propietario del terreno debe proporcionar información detallada sobre su propiedad y, en caso de ser necesario, se lleva a cabo una visita técnica en campo para verificar la información proporcionada.

Bajo este contexto, aquí se presenta la “Propuesta de sistema de compensación ambiental para la tala de árboles provenientes de zonas agropecuarias en descanso (etapas tempranas), en Tlahuiltepa, Hidalgo”.

La propuesta se sustenta en la metodología del “Factor de Compensación Forestal (FCF)”, modificada y basada en la metodología descrita por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, Colombia (2019), y aceptada como herramienta para el cumplimiento de medidas de compensación en dicha región mediante la resolución 3093 (Diario Oficial Nacional, 2019).

La metodología del FCF se percibe como un instrumento eficaz para determinar el número de árboles a compensar, ya que se fundamenta en información primaria registrada y verificada durante la validación técnica en campo, contemplando criterios y variables específicas para los ecosistemas más representativos en acahuals de Tlahuiltepa, Hidalgo, así como las características de las especies autorizadas para talar, lo que permite determinar el grado de importancia de acuerdo con su tipo de cobertura vegetal, estado de sucesión, importancia ecológica o económica, categoría de riesgo, entre otros.

Esta metodología presenta la ventaja de asegurar y dar seguimiento a la recuperación de masa forestal mediante actividades de reforestación, en comparación con otras metodologías que utilizan compensaciones económicas mediante las denominadas “tasas de compensación”.

Considerando lo anterior, se propone adoptar la metodología del FCF como un instrumento accesible y útil para implementar medidas de compensación en caso de tala de árboles para uso doméstico en zonas agropecuarias en descanso, en etapas tempranas de sucesión ecológica, en cumplimiento con lo establecido en el Artículo 7, Título Segundo, Política Ambiental; Capítulo I.- Disposiciones Generales, del Reglamento de Ecología y Protección al Medio Ambiente del municipio de Tlahuiltepa, Hidalgo. El objetivo es proporcionar a las autoridades

municipales del H. Ayuntamiento de Tlahuiltepa, Hidalgo, México, una herramienta técnica que contribuya a disminuir, mitigar y regular los efectos de la pérdida de cobertura vegetal a causa de cambios de uso de suelo por actividades agrícolas y ganaderas en bosques de su jurisdicción.

En el Anexo 7 se presenta el documento completo de la “Propuesta de sistema de compensación ambiental para la tala de árboles provenientes de zonas agropecuarias en descanso (etapas tempranas), en Tlahuiltepa, Hidalgo”.

## 9. CONCLUSIONES

A través de los resultados de este trabajo se destaca la relevancia del conocimiento tradicional como un componente esencial en las estrategias de manejo sustentable de los recursos naturales, particularmente en el uso y gestión de los acahuales en la zona de estudio. Se evidenció que los diferentes estados sucesionales en acahuales de Tlahuiltepa, Hidalgo, México, influyen significativamente en la composición florística y funcional de la vegetación, siendo los acahuales con mayor tiempo de descanso los que albergan una mayor diversidad de especies útiles para diferentes usos domésticos y comunitarios, como la medicina tradicional, la alimentación, la construcción y el abastecimiento de leña. La relación directa entre la regeneración natural y el incremento de la biodiversidad resalta la necesidad de valorar estos sistemas como espacios clave para la provisión de servicios ecosistémicos.

Bajo un enfoque de gestión ambiental aplicado a los acahuales, que integra componentes técnicos, legislativos y educativos, se ha resaltado la importancia de los productos obtenidos en el presente estudio, orientados hacia el fortalecimiento de la gestión ambiental de los acahuales mediante la elaboración de la *Guía de plantas útiles en acahuales de Tlahuiltepa, Hidalgo*, como un recurso didáctico de educación ambiental para difundir el conocimiento tradicional asociado al uso de la flora local, así como fomentar su preservación y valoración dentro de las comunidades rurales. En este sentido, el material elaborado representa una herramienta que contribuye al rescate del saber ancestral y promueven una conciencia ambiental orientada a la sostenibilidad de los ecosistemas.

A pesar de su importancia, los acahuales en la zona aún carecen de una adecuada regulación normativa, lo cual limita su uso doméstico y comunitario, particularmente en la extracción de recursos maderables. Esta situación se agrava ante la ausencia de legislación municipal y de instrumentos técnicos que orienten su manejo, lo que contribuye al incremento de los procesos de deforestación y degradación en zonas agropecuarias. Por lo tanto, se destaca la

elaboración de la *"Metodología de compensación ambiental para la tala de árboles provenientes de zonas agropecuarias en descanso (etapas tempranas), en Tlahuiltepa, Hidalgo"*, como propuesta desarrollada con el propósito de proporcionar al municipio de Tlahuiltepa un instrumento técnico-jurídico que funcione como medida para mitigar los impactos negativos derivados de la pérdida de cobertura vegetal para uso agrícola.

El análisis de las prácticas agrícolas y del manejo de los acahuales en las comunidades estudiadas, Demañi y Palo perdido, muestran un legado de saber tradicional vigente, mediante la implementación de prácticas locales que integran la conservación y recuperación del suelo.

En el futuro, es necesario considerar avanzar en cinco aspectos derivados de los resultados obtenidos en el presente estudio:

- Diseñar e implementar de programas de educación ambiental comunitaria que valoren e integren los saberes ancestrales, incentivando la participación de los jóvenes en el manejo de los acahuales.
- Desarrollar de políticas públicas que consideren el uso tradicional de los acahuales y promuevan su inclusión en los programas de manejo forestal comunitario.
- Incentivar prácticas como la rotación de cultivos, el enriquecimiento de acahuales con especies nativas de alto valor y la combinación de prácticas ancestrales con sistemas de manejo actuales en México.
- Desarrollar e implementar estrategias que promuevan el aprovechamiento sustentable de especies vegetales en acahuales.
- Buscar financiamiento para la publicación del manual de plantas útiles.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina y el Caribe. (2018). Naciones Unidas.

Aranda-Trejo, A. (2020). Composición herpetofaunística en un gradiente altitudinal del municipio de Tlahuiltepa, Hidalgo. [Tesis de Licenciatura]. Manuscrito en preparación. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Armenta, M. D. L. P. M., Pacheco, E. V., y Torres, S. M. M. (2011). Aprovechamiento tradicional de una especie protegida (*Litsea glaucescens* kunth) en "Sierra del Laurel", Aguascalientes, México. *Revista Ra Ximhai*, 7(2), 155-172.

Armenteras, P. D., González, T., Espelta, J., y Retana, J. (2016). Degradación de bosques en Latinoamérica: *Publicado por IBERO-REDD+*.

Arteaga Martínez, B., y Izaguirre Rangel, C. (2004). Comportamiento de especies tropicales bajo tres sistemas de plantación. *Foresta Veracruzana*, 6(1), 45-51.

Avendaño-Leadem, D. F., Cedeño-Montoya, B. C. y Arroyo-Zeledón M. S. (2020). Integrando el concepto de servicios ecosistémicos en el Ordenamiento Territorial. *Revista Geográfica de América Central*, 2(65), 62-78.

Avendaño-Reyes, S., y Acosta-Rosado, I. (2000). Plantas utilizadas como cercas vivas en el estado de Veracruz. *Madera y Bosques*, 6(1), 55-71.

Ayuntamiento de Tlahuiltepa. (2020). Plan Municipal de Desarrollo 2020-2024.

Ayuntamiento de Tlahuiltepa. (2022). Reglamento de Ecología y Protección al Medio Ambiente del Municipio de Tlahuiltepa, Hidalgo.

Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los Bosques tropicales. *Ecosistemas*, 21(2), 136-147.

Bansi, H., Wina, E., Matitaputy, P. R., y Tufarelli, V. (2014). Evaluation of *Zapoteca tetragona* forage as alternative protein source in ruminants' feeding. *Italian Journal of Animal Science*, 13(1), 3213.

Berlin, B., Berlín, E. A., García, L., González, M., Puett, D., y Nash, R. (2001). Etnobotánica médica y desarrollo sustentable: el caso del ICBG-Maya en Los Altos de Chiapas. *Plantas, cultura y sociedad*, 221-258.

Bermúdez, A., Oliveira-Miranda, M. A., y Velázquez, D. (2005). La investigación etnobotánica sobre plantas medicinales: Una revisión de sus objetivos y enfoques actuales. *Interciencia*, 30(8), 453–459. Asociación Interciencia.

Bustamante, M. del P, y Ochoa, E. (2004). Guía práctica para la valoración de servicios ecosistémicos en Madre de Dios. World Wide Fund for Nature (WWF), Francia.

Caballero-Deloya, M. (2022). Metamorfosis de la política forestal mexicana contemporánea y su impacto en el sector forestal. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13(73).

Caribe. P. (2005). Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Punto 6 del Temario: Temas Emergentes de la Agenda Ambiental Internacional. *XV Reunión del Foro de ministros de Medio Ambiente*, 2-7.

Carvajal-Hernández, C. I., Kromer, T., y Vázquez-Torres, M. (2014). Riqueza y composición florística de *pteridobiontes* en bosque mesófilo de montaña y ambientes asociados en el centro de Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 491-501.

Casales, FG, Van der Watt, E., y Coetzer, GM (2018). Propagación de la nuez pecana (*Carya illinoensis*): una revisión. *Revista Africana de Biotecnología*, 17 (18), 586-605.

Castillo-Trujillo J. Y. (2024). Percepción ambiental para la conservación del bosque y sus servicios ecosistémicos en tres comunidades de la sierra alta Hidalguense. [Tesis de Maestría]. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Castroviejo, S. (2012). Flora ibérica: plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. 167-168.

Cerda, C., y Tirone, A. (2017). La evaluación no monetaria de los servicios ecosistémicos: *Luna Azul* (45), 329-352.

Chapela, F. (2012). *Estado de los bosques de México* (pp. 6–22). Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A.C.

Chávez-Silva, F. (2019). Estudio farmacológico, toxicológico y químico preliminar de *Achillea millefolium* y *Plantago australis* como potenciales agentes antidiabéticos. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2014). *Inventario estatal forestal y de suelos*. México: Autor.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2021). *Inventario nacional forestal y de suelos*. Autor.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2011). *Estudio regional forestal de la Unidad de Manejo Forestal 1305, estado de Hidalgo*. Asociación de silvicultores de la región Tlahuiltepa-Jacala A.C.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2012). *Estudio regional forestal Unidad de Manejo Forestal 1303, estado de Hidalgo*. Asociación de Productores Forestales de la Región Pachuca-Tulancingo.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2009). *Ficha técnica de Cirsium raphilepis*.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2009). *Ficha técnica de Crataegus mexicana*.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2009). *Ficha técnica de Priva lappulacea*.

Congreso de la Unión. (1917). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de abril de 2025.

Congreso de la Unión. (1988). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de abril de 2024

Congreso de la Unión. (2005). Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 2014.

Congreso de la Unión. (2018). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de abril de 2024.

Congreso del Estado de Hidalgo. (2015). Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Hidalgo. Última reforma publicada en el Periódico Oficial el 19 de enero de 2024.

Congreso del Estado de Hidalgo. (2015). Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo. Última reforma publicada en el Periódico Oficial el 27 de febrero de 2025.

Congreso del Estado de Hidalgo. (2023). Constitución Política del Estado de Hidalgo. Última reforma publicada en el Periódico Oficial el 4 de diciembre de 2023.

Congreso del Estado de Hidalgo. (2025). Ley Orgánica Municipal del Estado de Hidalgo. Última reforma publicada en el Periódico Oficial el 26 de mayo de 2025.

Contreras-Cortés, L. E. U., Mariaca-Méndez, R., y Pérez-Farrera, M. Á. (2015). El proceso de sucesión ecológica entre los lacandones de Nahá, Chiapas, México. *Etnobiología*, 13(2).

Contreras-Rodríguez, I. (2010). Manejo y uso actual de los acahuales en la UMAFOR 2708CE centro, Tabasco. [Tesis de Maestría]. *Colegio de Postgraduados (institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas)*.

Cortés, D. H., Villalobos, W. O., y Amador, M. A. Z. (2024). La Rehabilitación ecológica mediante plantas arbustivas y herbáceas en el sector este del Cerro Espíritu Santo, Naranjo, Costa Rica. *Inter Sedes*, 25(51).

Cortés, D. H., Villalobos, W. O., y Amador, M. A. Z. (2024). La Rehabilitación ecológica mediante plantas arbustivas y herbáceas en el sector este del Cerro Espíritu Santo, Naranjo, Costa Rica. *InterSedes*, 25(51).

Costea, M., García-Ruiz, I., Dockstader, K., y Stefanović, S. (2013). More problems despite bigger flowers: Systematics of *Cuscuta tinctoria* clade (subgenus *Grammica*, *Convolvulaceae*) with description of six new species. *Systematic Botany*, 38(4), 1160-1187.

Covalada, S., Paz, F., y Ranero, A. (2016). Carbono edáfico en Chiapas: Planteamiento de políticas públicas de mitigación de emisiones. *Terra Latinoamericana*, 34(1), 97-112.

Cruz-Gasca, I. E. (2018). "Evaluación de extractos y aceites esenciales de plantas del género *salvia* para el control de plagas agrícolas".

Cuevas-Reyes, L. (2018). *Taxonomía de la familia Solanaceae en el municipio de Coacoatzintla, Veracruz, México* [Tesis de licenciatura], Universidad Veracruzana.

Dalle, S. P., Pulido, M. T., y De Blois, S. (2011). Balancing shifting cultivation and forest conservation: Lessons from a "sustainable landscape" in southeastern Mexico. *Ecological Applications*, 21(5), 1557–1572.

Data México. (2020). *Población indígena en Tlahuiltepa, Hidalgo*.

Diario Oficial de la Federación (DOF). (2022). *Decreto por el que se reforman y se adicionan diversas disposiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*.

Diario Oficial de la Federación (DOF). (2022). *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable* (última reforma el 28 de mayo de 2022).

Escobar-Ocampo, M. C. Niños-Cruz, J. A., Ramírez-Marcial, N., y Yépez-Pacheco, C. (2009). Diagnostico participativo del uso, demanda y abastecimiento de leña en una comunidad Zoque del centro de Chiapas México. *Ra Ximhai*, 5(2), 201-223.

Fajardo-Rodríguez, J. y Verde-López, A. (2021). Leer el paisaje: La etnobiología como tema de estudio en el Campo de Montiel. *Revista de Estudios del Campo de Montiel*, 7, 45–62.

Fernández-Collado, C. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.

Flora de la Península de Yucatán. Herbario CICY, Unidad de Recursos Naturales. Consultado en el sitio web:

Flota-Bañuelos C., Candelaria-Martínez, B., Mejénes-López SMA., Vázquez-May, L.A., Castillo-Sánchez, L., y López-Coba, E (2018). Avifauna de áreas agropecuarias y de regeneración en Tizimín, Yucatán, México. *Agro Productividad*, 11(6), 24-30.

Flota-Bañuelos, C., Candelaria-Martínez, B., Mejénes-López, S. M. A., Vázquez-May, L. A., Castillo-Sánchez, L., y López-Coba, E. (2018). Avifauna de áreas agropecuarias y de regeneración en Tizimín, Yucatán, México. *Groproductividad*, 11(6), 24–30.

Fraser-Jenkins, C. R. (2007). The species and subspecies in the *Dryopteris affinis* group. *Fern Gazette*, 18(1), 1.

Galán-Larrea, G. (2007). Crecimiento y rendimiento de especies arbóreas en una plantación de enriquecimiento de acahuals en el sur de Oaxaca. [Tesis de Maestría]. *Colegio de Postgraduados (institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas)*.

Galeano, M. E. (2020). *Diseño de proyectos en la investigación cualitativa*. Universidad EAFIT.

Galindo-Soza, M. (2018). La pirámide de Kelsen o jerarquía normativa en la nueva CPE y el nuevo derecho autonómico. *Revista Jurídica Derecho*, 7(9), 126–148.

Gallego, M. J., Talavera, S., y Quintanar, A. (2012). *Cestrum*. S. TALAVERA, y al.(eds.) *Flora Iberica*, 11, 163-166.

Gama, L., Chiappy-Jhones, C. J., y Luna-Monsalvo, M. J. (2003). La vegetación de coetzala, Veracruz y su estado de conservación. *Universidad y Ciencia*, 38(19), 71-76.

Garbisco, C., y Estrada, J. (2001). Sinopsis taxonómica de *Bomarea* Mirb. subgenero *Bomarea* (*Alstroemeriaceae*) para Venezuela. *Plantula*, 3(1), 11-39.

García-Cruz, J., Saldaña, L. M. S., Machorro, R. J., Gómez, R. S., Herbario, A. M. O., y México, D. F. (2003). Flora del Bajío y de regiones adyacentes. *Orchidaceae*, tribu *Epidendreae*, Herbario AMO, Fascículo, 119.

García-Domínguez, A., Cámara Cabrales, L. del C., van der Wal, J. C., y Martínez Sánchez, J. L. (2020). Producción y tasa de descomposición de hojarasca en acahuales de Tabasco, México. *Madera y Bosques*, 26(1).

García-Domínguez, A., Cámara, L. C., Johannes, V. C., y Martínez, P. Z. (2018). Biomasa en acahuales de tres unidades ecogeográficas del estado de Tabasco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(48), 69-91.

Gobierno de México. (2019). *Plan Nacional de Desarrollo 2019–2024*. Presidencia de la República.

Gobierno del Estado de Hidalgo. (2022). *Plan Estatal de Desarrollo 2022–2028*. Gobierno del Estado de Hidalgo.

Guillén-Meléndez, G. A. (2021). Análisis del efecto citotóxico in vitro de extractos de *Acalypha monostachya* sobre líneas celulares tumorales humanas (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).

Gutiérrez-Guzmán, A.S. (2021). Plantas Medicinales de Chichinautzin. *El Tlacuache*, Núm. 995. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Mexico, 1-6.

Guzmán-Arias, E. (2018). Efecto de la extinción de especies en la estructura de redes mutualistas colibrí- planta. [Tesis de Maestría], Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Herrera-Ruiz, M., Román-Ramos, R., Zamilpa, A., Tortoriello, J., y Jiménez-Ferrer, J. E. (2008). Flavonoids from *Tilia americana* with anxiolytic activity in plus-maze test. *Journal of Ethnopharmacology*, 118(2), 312-317.

[https://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/indice\\_búsqueda.php](https://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/indice_búsqueda.php)

Infante Ramírez, K. D., y Arce Ibarra, A. M. (2015). Percepción local de los servicios ecológicos y de bienestar de la selva de la zona maya en Quintana Roo, México. *Investigación Geográfica*, (86).

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). *Panorama sociodemográfico de Hidalgo: Censo de Población y Vivienda. Presentación de resultados*.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). *Población total. Censo de Población y Vivienda 2020*.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). *Carta de uso del suelo y vegetación. Serie VII* [Archivo de datos geoespaciales]. INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). *Simulador de Flujos de Aguas de Cuencas Hidrográficas (SIATL)* [Recurso interactivo]. INEGI.

Jahan, S., Nesa, M., Hossain, M. E., Rajbangshi, J. C., y Hossain, M. S. (2022). In vivo and in silico evaluation of analgesic and hypoglycemic activities of *Amaranthus blitum* L., *South African Journal of Botany*, 150, 565-575.

Jiménez-Ferrer, G., Soto-Pinto, Y., y Nahed-Tijmes, J. (2007). *Agroforestería pecuaria en Chiapas, México*. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).

Laterra, P., Castellarini, F., y Orúe, E. (2011). ECOSUR: Un protocolo para la evaluación biofísica de servicios ecosistémicos y la integración con su valor social. En P. Laterra (Ed.), *Valoración de servicios ecosistémicos: Conceptos, herramientas y aplicaciones*.

Levy Tacher, S. I., Aguirre Rivera, J. R., Martínez Romero, M. M., y Durán Fernández, A. (2002). Caracterización del uso tradicional de la flora espontánea en la comunidad lacandona de Lacanhá, Chiapas, México. *Interciencia*, 27(10).

Levy-Tacher, S., y Aguirre-Rivera, J. R. (2000). El aprovechamiento agrícola intensivo de los hubchés (acahuales o comunidades secundarias) de Yucatán. *Revista Geográfica*, 28, 79–103.

Loewe-Muñoz, V., y González Ortega, M. (2001). Nogal común (*Juglans regia*): una alternativa para producir madera de alto valor.

Londoño-Palacio, O. L., Maldonado-Granados, L. F., y Calderón-Villafañez, L. C. (2014). Guía para construir estados del arte. International Corporation of Networks of Knowledge.

López, M., Mena, M., y Van der Hoek, R. (2019). Sistemas silvopastoriles: Un enfoque alternativo de manejo de áreas de pastoreo para adaptación y mitigación de sistemas ganaderos ante el cambio. *International Center for Tropical Agriculture*.

Lorenzo-Guillermo, J., Durch Gary, J., Pérez-Villalba, E., y Monterroso-Rivas, A. (2019). Land-use change in the Sierra Alta of Hidalgo in the period 1976-2011. *Rev. Geográfica Agrícola*, 63, 63:87.

Luis, G. M., Hernández, B. R. H., Caballero, V. P., López, N. G. T., Espinoza, V., y Pacheco, L. R. (2018). Usos actuales y potenciales del Amarantho (*Amaranthus spp.*). *Journal of Negative and No Positive Results: JONNPR*, 3(6), 423-436.

Luna-Ríos, A. (2015). *Estudio de la actividad antifúngica in vitro de los extractos acuosos de Rhus virens y Rhus muelleri contra Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici y evaluación química de plantas* (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Martínez B.A., y Rangel, C.I. (2004). Comportamiento de especies tropicales bajo tres sistemas de plantación, *Foresta Veracruzana*, 6(1), 45-51, Recursos Genéticos Forestales.

Martínez, M., Poirrier, P., Chamy, R., Prüfer, D., Schulze-Gronover, C., Jorquera, L., y Ruiz, G. (2015). *Taraxacum officinale* and related species an ethnopharmacological review and its potential as a commercial medicinal plant. *Journal of Ethnopharmacology*, 169, 244-262.

Martínez, O. G., y Novara, L. (1996). *Selaginellaceae*. *Aportes Botánicos de Salta-Serie Flora*, 4(17), 1-11.

Martínez-Imamura, E. J. (2021). Evaluación de la actividad antiinflamatoria y citotóxica in vitro de *Lepidium virginicum* L. (*Brassicaceae*).

Martínez-Salgado, C. (2012). El muestreo en investigación cualitativa. Principios básicos y algunas controversias. *Ciência y Saúde Coletiva*, 17(3), 613–619.

Martínez-Torres, B. M., y Peláez-Peláez, F. (2013). El género *Bomarea* (*Alstroemeriaceae*) en la región La Libertad, Perú. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas*, Universidad Nacional de Trujillo.

Mendoza-Aponte, P. C. (2017). Factibilidad para la producción y comercialización de hoja santa (*Piper auritum*) y subproductos en Huatusco, Veracruz.

Mendoza-Fuente, N. M., Martínez-Romero, E., Esparza-Olguín, L. G., y Pat-Fernández, J. M. (2020). Capital social y manejo forestal: caso de estudio de la Asociación. *Entreciencias*, 8(22), 1-20.

Montejano-Rodríguez, J. R., y Almaguer-Vargas, G. (2023). Tamizaje fitoquímico del extracto etanólico de *Prunella vulgaris* L. Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 11(22), 33-39.

Montero-López, C., Trabanino-García, F., Varela-Scherrer, C. M., y Liendo-Stuardo, R. (2016). El manejo de un paisaje construido: aprovechamiento y explotación de los recursos vegetales y faunísticos en Chinikihá, Chiapas. *Etnobiología*, 14(1), 5-22.

Morón-Ríos, A., y Levy-Tacher, S. I. (2023). Decomposition of leaf litter of *Ochroma pyramidale* (Malvaceae). *Acta universitaria*, 33.

Muñoz-Garmendia, F. Navarro, C. Quintanar, A. y Buria, A. (eds.). (2015). Flora Iberica 9 (*Rhamnaceae- Polygalaceae*). P. 381-405.

Musálem-Santiago, M. A. (2002). Sistemas agrosilvopastoriles: una alternativa de desarrollo rural sustentable para el trópico mexicano. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 8(2), 91-100.

Nana, F. W., Hilou, A., Millogo, J. F., y Nacoulma, O. G. (2012). Phytochemical composition, antioxidant and xanthine oxidase inhibitory activities of *Amaranthus cruentus* L. and *Amaranthus hybridus* L. extracts. *Pharmaceuticals*, 5(6), 613-628.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2015). Servicios ecosistémicos forestales: 73.<sup>a</sup> reunión del Comité de Bosques y de la Industria Forestal, *Comisión Forestal Europea*.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2020). *El estado de los bosques del mundo: Los bosques, la biodiversidad y las personas*.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2022). *El estado de los bosques del mundo: Vías forestales hacia la recuperación verde y la creación de economías inclusivas, resilientes y sostenibles*.

Ortiz-Colín, P., Albores-Moreno, S., Alayon-Gamboa, J. A., Candelaria-Martínez, B., Miranda-Romero, L. A., Ku-Vera, J. C., Jiménez-Ferrer, G., Piñeiro-Vázquez, A. T., Albores-Moreno, A., Díaz-Jiménez, L. E., Ramírez-Velasco, F., Gómez-Gutiérrez, J. E., y Díaz-Montes, A. V. (2019). Cinética de degradación in vitro y digestibilidad de veinte especies arbóreas forrajeras de acahuales de selva baja caducifolia. En W. Cetzal-Ix, F.

Casanova-Lugo, A. J. Chay-Canul, y J. F. Martínez-Puc (Eds.), Agroecosistemas tropicales: conservación de recursos naturales y seguridad alimentaria (p. 533). Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chiná e Instituto Tecnológico de la Zona Maya.

Paiva, J., y Castroviejo, S. (1993). LXIV. *Urticaceae*. Flora Iberica: plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol. III: *Plumbaginaceae* (partim)–*Capparaceae*, 262-268.

Palá, P. J. (2004). Contribución al conocimiento de los aceites esenciales del género " *Eryngium*" L, en la Península Ibérica.

Parada-Molina, P. C., Pérez-Silva, A., Cerdán-Cabrera, C. R., y Soto-Enrique, A. (2022). Condiciones climáticas y microclimáticas en sistemas de producción de vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews) en México. *Agronomía Mesoamericana*. Artículo 48682.

Pardo de Santayana, M. (2012). *Etnobiología y biodiversidad: El inventario español de los conocimientos tradicionales*. Departamento de Biología (Botánica), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid.

Pérez-Álvarez, S., Ávila-Quezada, G., y Coto-Arbelo, O. (2015). El aguacatero (*Persea americana* Mill). *Cultivos Tropicales*, 36(2), 111-123.

Pérez-Escandón, B. E. (2003). Lista de las plantas útiles del estado de Hidalgo. UAEH.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2019). *Informe anual 2019*.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2005). *Evaluación de los ecosistemas del milenio*. XV Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente.

Puri, R. K. (2011). Participant observation. In H. Newing (Ed.), *Conducting research in conservation: A social science perspective*. Routledge.

Quijas, S., Bernhard, S., y Balvanera, P. (2010). Plant diversity enhances provision of ecosystem services: A new synthesis. *Basic and Applied Ecology*, 11(2010), 587-593.

Rajput, M. S., Nair, V., Chauhan, A., Jawanjal, H., y Dange, V. (2011). Evaluation of anti-diarrheal activity of aerial parts of *Vinca major* in experimental animals. *Middle East Journal of Scientific Research*, 7(5), 784-788.

Ramírez-Bautista, A., Octavio-Aguilar, P., Sánchez-González, A., Ortiz-Pulido, R., Berriozabal-Islas, C. S., Gutiérrez-Arroyo, N. M., Reyes-Ortiz, J. L., Favela-Mesta, J., Lara-Tuño, J. D., Gutiérrez-Lozano, M., y Hernández-Austria, R. (2017). Aprendiendo de biodiversidad en una expedición biológica a Tlahuiltepa, Hidalgo, México. *Revista Herreriana*, 13(2), 17-24.

Ramos-Zapata, J. A., Guadarrama, P., Navarro-Alberto, J., y Orellana, R. (2011). Arbuscular mycorrhizal propagules in soils from a tropical forest and an abandoned cornfield in Quintana Roo, Mexico: visual comparison of most probable number estimates. *Mycorrhiza*, 21, 139-144.

Rangel, S. R., Rodríguez, S. A., y Zenteno, E. C. R. (2003). *Buddleja cordata hbk ssp. cordata (buddlejaceae)*: Propagación y anatomía de la madera. *Polibotánica*, (16), 63-77.

Red de Herbarios Mexicanos, Colecciones., Consultado en el sitio web: <https://herbanwmex.net/portal/collections/list.php?usethes=1ytaxa=44293>

Rivera-Ospina, D. (2019). Agricultura tradicional de roza, tumba y quema en el bosque seco de la Reserva Natural Victoria (Melgar, Tolima): Transición a la no quema. [Tesis de Maestría]. *Universidad Externado de Colombia*, 10-14.

Rivera-Vázquez, R., Soto-Pinto, L., Núñez-Colín, C. A., De Jung, B., Hernández-Rivera, M. G., y Ordóñez-Díaz, J. A. (2013). Producción y tasa de descomposición de hojarasca en Acahual de selva caducifolia en Chiapas. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 4(20), 20-30.

Román-Miranda, M. L., Mora-Santacruz, A., y González-Cueva, G. A. (2016). Sistemas agroforestales con especies de importancia maderable y no maderable, en el trópico seco de México. *Avances en investigación agropecuaria*, 20(2), 53-72.

Romero-Romero, M. A., Castillo Argüero, S., Meave, J. A., y Van der Wal, H. (2000). Análisis florístico de la vegetación secundaria derivada de la selva húmeda de montaña de Santa Cruz Tepetotutla (Oaxaca), México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 67(67), 89–106.

Romero-Sánchez, I., Peña-Valdivia, C. B., García-Esteva, A., y Aguilar-Benítez, G. (2020). Caracterización seminal y del desarrollo de *Oenothera rosea* L'Hér. ex Ait. en invernadero. *Polibotánica*, (50), 47–66.

Rzedowski, G. C. (1988). Algunas consideraciones acerca de la familia Iridaceae en el Valle de México. *Acta Botánica Mexicana*, (1), 21-27.

Sabattini, R., Sabattini, J. A., Befani, R., Hernández, J. P., Boschetti, N. G., Alvarado, M. R., y Muzzachiodi, N. (2023). Sucesión ecológica de un bosque nativo intervenido en la ecorregión Espinal. *Ciencia, Docencia y Tecnología Suplemento*, 13(14).

Saenz-Pedroza, I. (2015). La milpa maya y la sucesión secundaria. *El Herbario CICY*, 7, 35–37.

Sánchez-Sánchez, O., Mendizábal-Hernández, L. del C., y Calmé, S. (2006). Recuperación foliar en un acahual después del paso del huracán Wilma por la reserva ecológica El Edén, Quintana Roo. *Forestal Veracruzana*, 8(1), 37–42. Recursos Genéticos Forestales.

Schmidt-Durán, A., Rodríguez-Monroy, M., y Acosta-Montoya, O. (2024). *La mora tropical de altura (Rubus adenotrichos Schltl.) como potencial alimento funcional: una mirada a las investigaciones realizadas*. Revista Tecnología en Marcha, ág-128.

Schmitzer, V., Veberic, R., y Stampar, F. (2012). *European elderberry (Sambucus nigra L.) and American Elderberry (Sambucus canadensis L.): Botanical, chemical and health properties of flowers, berries and their products. Berries: properties, consumption and nutrition*, 127-148.

Schmook, B., Hoil, D. L., y Méndez Díaz, G. (2005). Uso y monitoreo de los recursos naturales en el Corredor Biológico Mesoamericano (áreas focales Xpujil-Zoh Laguna y Carrillo Puerto)., *Unidad Chetumal. Informe final acahuales SNIB-CONABIO BJ002. México*.

Secretaría de Medio Ambiente Y Recursos Naturales (SEMARNAT) y Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2008). *Programa de desarrollo forestal del estado de Hidalgo* (pp. 10–35).

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2020). *Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020–2024 (PROMARNAT)*. Gobierno de México.

Sombra-Argüelles, V. I. (2019). Actividad antifúngica de *Pseudognaphalium luteoalbum* (L.) Hilliard y BL Burt (master's thesis).

Soto-Pinto, L., Anzueto-Martínez, M., y Quechulpa, S. (2011). El acahual mejorado un prototipo agroforestal. Ecosur y REDISA. San Cristóbal de Las Casas. *Chiapas. México*.

Soto-Pinto, L., y Jiménez-Ferrer, G. (2018). Contradicciones socioambientales en los procesos de mitigación asociados al ciclo del carbono en sistemas agroforestales. *Madera y Bosques*, 24(Especial).

Stewart, A. J. (2021). Horticultural and ecophysiological studies of *Ptelea trifoliata* and *Ptelea crenulata* (Doctoral dissertation, Iowa State University).

Taylor, S. J., y Bogdan, R. (1994). *Introducción a los Métodos Cualitativos de la Investigación*. Paidós.

Téllez-Mazzocco, D. (2006). *Delimitación de especies del género Thalictum (Ranunculaceae) del centro de México con base en caracteres morfológicos y moleculares* [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo].

Terrones-Cordero, A., y Sánchez-Torres, Y. (2010). Demandas de insumos de la producción agrícola en México. *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo*, 26(1), 81-91.

Thiede, J. (2016). A review of *Agave mitis* (Asparagaceae/Agavaceae). *Bradleya*, 34, 200-216.

Torres-Méndez, S. A. (2015). *Sistemas tradicionales de producción (huertos, milpas, cafetales y acahuales) y alimentación tradicional en Tenejapa, Chiapas* [Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas].

Travieso-Bello, A. C., Gómez, R., y Moreno-Casasola, P. (2006). Los cultivos, los pastizales y los acahuales. En P. Moreno-Casasola (Ed.), *Entornos veracruzanos: La costa de La Mancha* (260-270). Instituto de Ecología, A.C.

Uribe-Valle, G., y Petit-Aldana, J. (2007). Contribución de los barbechos cortos en la recuperación de la fertilidad del suelo en milpas del estado de Yucatán, México. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 13(2), 137-142.

Van Der Werff, H. y Lorea, F. (1997). *Flora del Bajío y de regiones adyacentes*. Familia *Lauraceae*: Fascículo, 56, 1-58.

Varela-Scherrer, C. M., y Trabanino, F. (2016). La cacería tradicional chol y tseltal en los acahuales de Palenque: Implicaciones para la zooarqueología maya. *Revista Pueblos y Fronteras Digital*, 11(22), páginas

Vásquez-Rojas, A., y González-Gómez, D. (2021). Caracterización sociodemográfica y productiva de la Sierra Alta en Hidalgo. *La dimensión global de las regiones y sus reconfiguraciones económicas y urbanas*, 2.

Vázquez-Torres, M., L. Wendt, T., y Zambrano C. O. (1991). Composición florística comparativa entre acahuales y selva primaria en Uxpanapa, Ver. *La ciencia y el hombre*, (9), 71-113.

Velásquez-Tabares, L. D. (2020). Listado preliminar de mamíferos terrestres no voladores del municipio de Tlahuiltepa, Hidalgo, México. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.

Venegas-Hernández, G., Schmook, B., Gurri, F., y Macario, P. (2016). Cambios recientes en el sistema de roza-tumba-quema en el sur de la Península de Yucatán.

Weimann, C., Göransson, U., Pongprayoon-Claeson, U., Claeson, P., Bohlin, L., Rimpler, H., y Heinrich, M. (2002). Spasmolytic effects of *Baccharis conferta* and some of its constituents. *Journal of pharmacy and pharmacology*, 54(1), 99-104

Werres, S., Marwitz, R., In't Veld, W. A. M., De Cock, A. W., Bonants, P. J., De Weerd, M., y Baayen, R. P. (2001). *Phytophthora ramorum* sp. nov., a new pathogen on *Rhododendron* and *Viburnum*. *Mycological Research*, 105(10), 1155-1165.

Zafra-Galvis O. (2006). Tipos de Investigación. *Revista Científica General José María*, 4(4), 13-15.

Zamengo, H. B., Moggi, V. Y., Torres, R. B., Da-Silva, P. R., y Leme, F. M. (2021). Morfología comparada de diez taxones del género *Celtis* (*Cannabaceae*) del Cono Sur Sudamericano. *Darwiniana*, nueva serie, 9(1), 217-244.

## **11. ANEXOS, EVIDENCIAS Y PRODUCTOS**

### **Anexo 1. Guía de entrevista semiestructurada**

#### **Introducción:**

- Presentación de los entrevistadores y la institución
- Exposición del tema de la investigación
- Presentación del posible producto final de la investigación

#### **¿Qué queremos saber?**

Conocimiento tradicional de especies vegetales presentes en acaules con algún tipo de aprovechamiento por parte de la comunidad.

#### **Temas para tratar:**

- Aprovechamiento de especies vegetales
- Especies con valor comercial
- Especies con valor estético o cultural
- Especies más usadas
- Pérdida de conocimiento tradicional
- Prácticas para el manejo de acahuales

#### **Problemática para abordar:**

- Pérdida de conocimiento tradicional
- Falta de investigaciones acerca del uso y manejo de acahuales
- Falta de estrategias que fomenten e impulsen el conocimiento tradicional para la conservación de los recursos.
- Falta de instrumentos de planeación en el manejo de los recursos.

#### **Método para obtener información**

Por medio de informantes clave y autoridades locales se buscará un acercamiento con los posibles entrevistados. Las entrevistas están dirigidas a todos los pobladores de la comunidad sin excluir ningún grupo, edad y género.

#### **Preguntas clave para guiar la entrevista:**

¿Qué manejo se les da a los acahuales?

¿Qué aprovechamiento se les da a los acahuales?

¿Qué importancia tienen los acahuales para la comunidad?

¿Qué especie considera la más importante?

¿Alguna de las especies tiene un aprovechamiento comercial?

¿Qué opina sobre el conocimiento tradicional sobre el uso de los recursos de los bosques?

**Anexo 2.** Matriz bibliográfica de análisis comparativo de enfoques prácticos, teóricos y metodológicos en la literatura revisada.

Título del documento	Año y Autores	Manejo de acahuales	Aprovechamiento de acahuales	Identificación de especies	Uso de SIG	Enfoque Etnobiológico
El proceso de sucesión ecológica entre los lacandones de Nahá, Chiapas, México.	Contreras <i>et al.</i> , 2015	1	1	1	0	1
El acahual mejorado un prototipo agroforestal.	Soto <i>et al.</i> , 2011	1	1	0	0	1
Equilibrio entre la agricultura migratoria y la conservación de los bosques: lecciones de un "paisaje sustentable" en el sureste de México.	Dalle, <i>et al.</i> , 2011	1	1	0	0	1
Diagnóstico participativo del uso, demanda y abastecimiento de leña en una comunidad Zoque del centro de Chiapas, México.	Escobar <i>et al.</i> , 2009	0	1	1	0	0
La vegetación de Coetzalan, Veracruz y su estado de conservación.	Gama <i>et al.</i> , 2003	0	0	0	1	0
Manual de gestión de barbechos para la conservación de aves esteparias.	Girald <i>et al.</i> , 2018	1	0	0	0	0
Agricultura tradicional de roza, tumba y quema en el bosque seco de la Reserva Natural Victoria (Melgar, Tolima): Transición a la no quema.	Rivera-Ospina ., 2019	1	1	0	0	1
Recuperación foliar en un acahual después del paso del huracán Wilma por la reserva ecológica El Eden, Quintana roo.	Sánchez <i>et al.</i> , 2006	0	0	1	0	0
Decomposition of leaf litter of <i>Ochroma pyramidale</i> (Malvaceae).	Morón <i>et al.</i> , 2023	1	1	0	0	0

Título del documento	Año y Autores	Manejo de acahuales	Aprovechamiento de acahuales	Identificación de especies	Uso de SIG	Enfoque Etnobiológico
Crecimiento y rendimiento de especies arbóreas en una plantación de enriquecimiento de acahuales en el sur de Oaxaca.	Galán-Larrea., 2007	0	1	1	0	0
Plantas utilizadas como cercas vivas en el estado de Veracruz.	Avendaño y Acosta, 2000	1	1	1	0	1
Composición florística comparativa entre acahuales y selva primaria en Uxpanapa, Veracruz.	Vásquez <i>et al.</i> , 1991	1	1	1	0	1
Análisis Florístico de la Vegetación Secundaria Derivada de la Selva Húmeda de Montaña de Santa Cruz Tepetotutla (Oaxaca) México.	Romero <i>et al.</i> , 2000	0	1	1	0	1
Riqueza y composición florística de pteridobiontes en bosque mesófilo de montaña y ambientes asociados en el centro de Veracruz, México.	Carvajal <i>et al.</i> , 2013	1	1	1	0	1
Manejo y uso actual de los acahuales en la UMAFOR 2708CE centro, Tabasco.	Contreras-Rodríguez 2010	1	1	1	0	1
El género <i>Bomarea</i> ( <i>Alstroemeriaceae</i> ) en la Región La Libertad, Perú, 2013.	Martínez y Peláez., 2013	1	1	1	0	1
Caracterización del uso tradicional de la flora espontánea en la comunidad lacandona de Lacanhá, Chiapas, México.	Levy <i>et al.</i> , 2002	0	1	1	0	1
Percepción local de los servicios ecológicos y de bienestar de la selva de la zona maya en Quintana Roo, México.	Infante y Arce 2015	1	1	1	0	1

Título del documento	Año y Autores	Manejo de acahuales	Aprovechamiento de acahuales	Identificación de especies	Uso de SIG	Enfoque Etnobiológico
Producción y tasa de descomposición de hojarasca en acahuales de Tabasco, México.	García <i>et al.</i> , 2020	0	1	0	0	0
Cambios Recientes en el Sistema de Roza-Tumba-Quema en el Sur de la Península de Yucatán.	Venegas <i>et al.</i> , 2016	0	0	0	0	0
Contribución de los barbechos cortos en la recuperación de la fertilidad del suelo en milpas del estado de Yucatán, México.	Uribe y Petit., 2007	0	0	0	0	0
La milpa maya y la sucesión secundaria.	Saenz-Pedroza, 2015	1	1	1	0	1
Carbono edáfico en Chiapas: Planteamiento de políticas públicas de mitigación de emisiones.	Covaleda <i>et al.</i> , 2016	0	0	0	1	0
Agroforestería Pecuaria en Chiapas, México.	Jiménez-Ferrer <i>et al.</i> , 2007	1	1	0	0	1
La cacería tradicional chol y tseltal en los acahuales de Palenque: implicaciones para la zooarqueología maya.	Varela y Trabanino., 2016	1	1	1	0	1
Producción y tasa de descomposición de hojarasca en Acahuales de selva caducifolia en Chiapas.	Rivera <i>et al.</i> , 2013	0	1	0	0	0

Título del documento	Año y Autores	Manejo de acahuales	Aprovechamiento de acahuales	Identificación de especies	Uso de SIG	Enfoque Etnobiológico
Biomasa en acahuales de tres unidades ecogeográficas del estado de Tabasco.	García <i>et al.</i> , 2018	0	1	1	0	0
El manejo de un paisaje construido: aprovechamiento y explotación de los recursos vegetales y faunísticos en Chinikihá, Chiapas.	Montero-López <i>et al.</i> , 2016	1	1	1	0	0
Cinética de degradación in vitro y digestibilidad de veinte especies arbóreas forrajeras de acahuales de selva baja caducifolia.	Ortiz <i>et al.</i> , 2019	0	1	1	0	0
Capital social y manejo forestal: caso de estudio de la Asociación Regional de Silvicultores (ARS) de Calakmul, Campeche.	Mendoza <i>et al.</i> , 2020	1	1	0	0	0
Condiciones climáticas y microclimáticas en sistemas de producción de vainilla ( <i>Vainilla planifolia</i> Jacks. ex Andrews) en México.	Parada <i>et al.</i> , 2022	0	0	0	0	0
Sistemas agroforestales con especies de importancia maderable y no maderable, en el trópico seco de México.	Román <i>et al.</i> , 2016	1	1	1	0	1
Etnobotánica médica y desarrollo sustentable: el caso del ICBG-Maya en Los Altos de Chiapas	Berlín <i>et al.</i> , 2001	0	1	0	0	1
El aprovechamiento agrícola intensivo de los Hubchés (Acahuales o comunidades secundarias) de Yucatán.	Levy y Aguirre., 2000	1	1	0	0	0
Avifauna de áreas agropecuarias y de regeneración en Tizimín, Yucatán, México. Agro Productividad, 11(6), 24-30.	Flota <i>et al.</i> , 2018.	0	0	1	0	0

Título del documento	Año y Autores	Manejo de acahuales	Aprovechamiento de acahuales	Identificación de especies	Uso de SIG	Enfoque Etnobiológico
Sistemas Silvopastoriles: Un enfoque alternativo de manejo de áreas de pastoreo para adaptación y mitigación de sistemas ganaderos ante el cambio climático.	López y Van der Hoek., 2019	1	1	0	0	1
El acahual mejorado un prototipo agroforestal.	Soto <i>et al.</i> , 2011	1	1	0	0	0
Arbuscular mycorrhizal propagules in soils from a tropical forest and an abandoned cornfield in Quintana Roo, Mexico: visual comparison of most-probable-number estimates.	Ramos <i>et al.</i> , 2011	0	0	0	0	0
Sistemas agrosilvopastoriles: una alternativa de desarrollo rural sustentable para el trópico mexicano.	Musálem-Santiago., 2002	1	1	0	0	0
Comportamiento de especies tropicales bajo tres sistemas de plantación.	Martínez y Rangel., 2004	1	1	1	0	0
	<b>Frecuencias</b>	<b>23</b>	<b>31</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>18</b>

**Anexo 3.** Plantas útiles creciendo en acahuales mencionadas por pobladores (n = 40) de las comunidades Demañi y Palo Perdido, Tlahuiltepa, Hidalgo, México, durante este estudio. La mitad de los informantes fueron hombres.

Nombre común	Categoría de uso	uso	Modo de uso	Forma de vida	Estrato
Aguacate de ardilla	Alimento	Produce un fruto que sirve como alimento para ardillas y la hoja sirve para consumo humano	Fruto comestible	Silvestre	Arbóreo
Ajenjo	Medicinal	Dolor de cabeza, malestar estomacal y diarrea	Infusión	Cultivada	Herbáceo
Ajo	Medicinal	Remedio para la intoxicación; para las reumas, estómago y calambres	Se licua con leche; mezcla de ajo y vino tinto untada para las reumas y tomado para el estómago y calambres	Cultivada	Herbáceo
Antijuelilla	Medicinal	Malestar estomacal e indigestión	Infusión de la mezcla de Antijuelilla, bicarbonato y aceite de olivo	Silvestre	Herbáceo
Aquiche	Medicinal	Remedio para animales que no quieren comer	Se tritura la corteza y se hierve junto con terrero	Silvestre	Arbóreo
Árbol bálsamo	Maderable	Elaboración de muebles	Uso maderable	Silvestre	Arbóreo
Árbol mora	Maderable	Construcción de cercas y postes	Uso maderable	Silvestre	Arbóreo
Árbol Tepehuaje	Maderable	Construcción	postes para cercas	Silvestre	Arbóreo
Aretes	Accesorio	Accesorio de arete	Las niñas los colocan como adorno en la oreja		Herbáceo
Arrayán	Medicinal	Heridas, infección en los pies e infecciones vaginales	Infusión en la zona afectada	Silvestre	Arbustivo
Artemisa	Medicinal	Para articulaciones y dolor de huesos	Planta en alcohol		Herbáceo
Ataja agua	Captura de agua	Captura de agua	Su follaje permite la captura de agua de lluvia	Silvestre	Arbóreo

Nombre común	Categoría de uso	uso	Modo de uso	Forma de vida	Estrato
Azafrán	Medicinal	para malestar estomacal y antiinflamatorio	Infusión	Cultivada	Herbáceo
Bailadora	Medicinal	Mordedura de víbora	Se aplican fomentos de la planta triturada en la parte afectada y se usa el agua de la planta hervida; Mezcla de bailadora con tepozán como antiinflamatorio	Silvestre	Herbáceo
Bashin	Maderable	Construcción de cercas; Leña	Uso maderable	Silvestre	Herbáceo
Bejuco amarillo	Medicinal	Remedio para el espanto, hepatitis y mezquinos y alimento para aves	Se realizan baños para el hepatitis y espanto (mezclado con hojas de guayabo y durazno) y remolidos para los mezquinos	Silvestre	Herbáceo
Bejuco de tres costillas	Medicinal	Remedio para el espanto, hepatitis y mezquinos y alimento para aves	Se realizan baños para el hepatitis y espanto (mezclado con hojas de guayabo y durazno) y remolidos para los mezquinos	Silvestre	Herbáceo
Bejuco uva cimarrón	Medicinal	Problemas de riñón	Infusión	Silvestre	Herbáceo
Borreguitos	Ornamental	Adorno	Planta epífita de encinos, se utiliza como adorno en sombreros	Silvestre	Herbáceo
Bretónica	Medicinal	Malestar estomacal; remedio para el susto	Infusión; Mezcla de monte de zorrillo, aguacate, manzana y durazno para el susto, bretónica (Molida baños para el susto)	Silvestre	Herbáceo
Buganvilia	Medicinal	Para la tos	infusión	Cultivada	Arbustivo
Ciruelilla	Maderable	Construcción	postes para cercas	Silvestre	Arbóreo
Caboyote	Alimento	Alimento para pobladores	Se prepara asado	Silvestre	Arbustivo
Capulín	Medicinal	Remedio para la diarrea	Infusión: Mezcla de epazote de zorrillo, hoja de granada y capulín para malestar estomacal	Silvestre	Arbustivo

Nombre común	Categoría de uso	uso	Modo de uso	Forma de vida	Estrato
Cardo santo	Medicinal	Riñón e hígado graso	Se utiliza la raíz para hervida para el riñón y la flor y la semilla para el hígado	Silvestre	Herbáceo
Cedro	Maderable	cercos vivos y construcción	Plantación en cedros en la periferia en lugar de postes para delimitar terrenos	Silvestre	Arbóreo
Cedrón	Medicinal	Remedio para la tos, el susto, nervios y cólicos	Infusión con hojas de limón y naranjo; Mezcla de cedrón, simonillo y agua ardiente para malestar estomacal y tos	Cultivada	Herbáceo
Chamizo	Medicinal	Remedio para alivio de Mujeres	Infusión	Silvestre	Arbustivo
Chapada	Medicinal	Para dolor de cuerpo y fiebre	Baños	Silvestre	Herbáceo
Chiliachillo	Medicinal	Tratamiento para el cáncer	Infusión	Silvestre	Herbáceo
Chupona	Medicinal	Para heridas	Se coloca la hoja fresca en la zona afectada	Silvestre	Herbáceo
Cilantro	Alimento	Condimento	Preparación de	Cultivada	Herbáceo
Tlashcale	Alimento	Produce un tubérculo que sirve de alimento	Raíz comestible	Silvestre	Herbáceo
Cola de caballo	Medicinal	Problemas de riñón	Infusión	Silvestre	Herbáceo
Cólica	Medicinal	Purgante	Planta de hábitos carnívoros, hay dos tipos en función a su color de flor amarilla o flor blanca esta última sirve para "purgarse" (limpiar el estómago)	Silvestre	Herbáceo
Comino	Alimento	Condimento para las comidas	Preparación de alimentos	Cultivada	Herbáceo
Corcomi	Alimento	Alimenticio	Se cocinan como nopales	Silvestre	Herbáceo
Correa	Construcción	Se utiliza la corteza para fijar postes de cercas	Se extrae la corteza delgada del árbol	Silvestre	Arbóreo

Nombre común	Categoría de uso	uso	Modo de uso	Forma de vida	Estrato
Diente de león	Medicinal	Para heridas	Se hierve y se utiliza el agua para lavar la herida	Silvestre	Herbáceo
Doradilla	Medicinal	Para los riñones	Infusión; Mezcla de cáscara de pemuche, doradilla, epazote y sumerio como remedio para el susto y dolor de cuerpo	Silvestre	Herbáceo
Encino	Maderable	postes y leña	Uso maderable	Silvestre	Arbóreo
Encino roble	Cosmético	Para teñir el cabello, caída de cabello y dientes flojos	se hierve la corteza y se cuele para aplicar en el cabello y enjuagues bucales para dientes flojos	Silvestre	Arbóreo
Espina	Medicinal	Para heridas	Se quema y se pone el humo en la herida	Silvestre	Herbáceo
Enebro	Maderable	postes	Uso maderable	Silvestre	Arbóreo
Epazote	Medicinal	remedio para el espanto	Infusión en ayunas	Cultivada	Herbáceo
Epazote de zorrillo	Medicinal	Dolor de huesos, empacho, dolor de estómago; Remedio para el susto	Infusión, se realizan 9 baños; Se realizan 9 baños; Mezcla de epazote de zorrillo y mora para la tos	Silvestre	Herbáceo
Escoba	Doméstico	Se utiliza como escoba	Se juntan y amarran las ramas para usar como escoba	Silvestre	Arbustivo
Flor azul	Medicinal	Malestar estomacal	Infusión	Silvestre	Arbustivo
Flor de calabaza	Alimento	Preparación de guisados	Preparación de quesadillas		Herbáceo
Flor de camelina	Medicinal	Para la tos	Infusión	Silvestre	Arbustivo
Flor de cuaresma	Alimento	Alimenticio	cocinado	Silvestre	Arbustivo
Flor de tila (Aquiche)	Medicinal	para el insomnio, nervios y su hoja es comestible	Se utiliza 3 partes (fruto, flor y hoja) en fusión mezclada con toronjil, la hoja se come fresca	Silvestre	Arbóreo
Florifundio	Medicinal	Para granos enterrados y mordeduras de víboras	se hierve o envuelve la flor en hoja de maíz se hace y se colocan compresas en el área afectada	Silvestre	Arbustivo

Nombre común	Categoría de uso	uso	Modo de uso	Forma de vida	Estrato
Golumbos	Alimento	Alimenticio	cocinado	Cultivada	Arbustivo
Gordolobo	Medicinal	Remedio para la neumonía; tos; para la hepatitis	Mezcla con otras hierbas; infusión; Baños mezclado con otras hierbas	Silvestre	Arbustivo
Granada de campo	Alimento	El fruto es comestible	Fruto comestible	Silvestre	Arbustivo
Guaje cimarrón	Forraje	Produce una vaina que sirve como alimento para el ganado	Forraje	Silvestre	Arbustivo
Guajito de río	Medicinal	Para la tos	bebida de la mezcla de Guajito de rio y jerez	Silvestre	Arbustivo
Hierba de guajolote	Forraje	Alimento para ganado	Forraje	Silvestre	Arbustivo
Hierba del cáncer	Medicinal	Para heridas	Se hierve y se utiliza el agua para lavar la heria	Silvestre	Arbustivo
Hierba del flato	Medicinal	Dolor de pecho, tos, dolor de cabeza y gripa	Infusión	Silvestre	Arbustivo
Hierba del sapo	Medicinal	Para los riñones, cálculos renales e inflamación del estomago	Infusión se utiliza flor , raíz y hojas	Silvestre	Herbáceo
Hierba santa	Repelente	Repelente de mosquitos	Mezcla de bretónica, ajeno y toronjil	Silvestre	Arbustivo
Hierbabuena	Medicinal	Malestar estomacal y "Venteada" dolor de ojo	Infusión para malestar estomacal y se coloca una hoja fresca a un lado del ojo como remedio;	Cultivada	Herbáceo
Hoja de aguacate	Medicinal	Para las articulaciones	Infusión	Silvestre	Arbóreo
Hoja de chayote	Medicinal	Para la próstata	Infusión	Cultivada	Arbóreo
Hoja de durazno	Medicinal	para el estomago	Infusión	Cultivada	Arbóreo
Hoja de guayaba	Medicinal	Par la tos	Infusión	Cultivada	Arbóreo
Hoja de limón	Medicinal	para el estomago	Infusión	Cultivada	Arbóreo
Hoja de manzana	Medicinal	para el estomago	Infusión	Cultivada	Arbóreo
Hoja de naranja	Medicinal	para el estomago	Infusión	Cultivada	Arbóreo

Nombre común	Categoría de uso	uso	Modo de uso	Forma de vida	Estrato
Insulina	Medicinal	Remedio para bajar el azúcar y granos enterrados	Infusión de todas sus partes (flor, tallo y hojas) , se tritura y mezcla con semilla de calabaza para granos enterrados y se mastica para la diabetes	Silvestre	Herbáceo
Itamo	Alimento	Alimenticio	Se consume la raíz	Silvestre	Herbáceo
Izote	Alimento	Alimenticio	cocinado	Silvestre	Herbáceo
Junco	ornamental	Adornos Florales	Su flor es utilizada para la elaboración de adornos Florales	Silvestre	Arbóreo
Lengua de borrego	Forraje	Alimento para ganado	Forraje	Silvestre	Herbáceo
Lengua de vaca	Medicinal	Para dolor	Untada en el cuerpo	Silvestre	Herbáceo
Lirio	Ornamental	arreglos florales	arreglos florales	Silvestre	Herbáceo
Llantén	Medicinal	Para la diarrea	Infusión	Silvestre	Herbáceo
Magüey de piedra	Medicinal	Tratamiento para la mordedura de serpiente	Se muele la penca y se unta en la zona afectada	Silvestre	Herbáceo
Malba	Medicinal	lavar heridas y vapores para el susto y sinusitis	Infusión y vapores	Silvestre	Herbáceo
Manzanilla	Medicinal	problemas estomacales	Infusión	Cultivada	Herbáceo
Marihuana	Medicinal	Para dolor de articulaciones, rodillas y calambres	Mezcla de marihuana con alcohol	Cultivada	Herbáceo
Mejorana	Medicinal	Para el ácido úrico y condimento	Infusión	Silvestre	Herbáceo
Menta	Medicinal	Relajante, condimento y para el estomago	Infusión	Silvestre	Herbáceo
Mimbre	Medicinal	Remedio para los reumas	Untado; Mezcla de mimbre, mameycito, laurel y flor azul como remedio para la gripa	Silvestre	Arbustivo
Monte de zorrillo	Forraje	Alimento para ganado	Alimento para ganado	Silvestre	Arbustivo

Nombre común	Categoría de uso	uso	Modo de uso	Forma de vida	Estrato
Mora	Medicinal	Malestar estomacal, vomito y diarrea	Infusión de la hoja y el tallo	Silvestre	Arbustivo
Morita	Medicinal	Remedio para la fiebre	Baños	Silvestre	Arbustivo
Níspero	Medicinal	Para la diabetes y para la presión	Infusión	Cultivada	Herbáceo
Nogal	Alimento	Produce nueces	provisión de alimento para pobladores y ardillas	Silvestre	Arbóreo
Ocote	Maderable	Leña y Construcción de muebles	Uso maderable	Silvestre	Arbóreo
Elotillo	Medicinal	Para piedras en los riñones	Infusión	Silvestre	Arbustivo
Laurel	Multiuso	Sirve como condimento, dolor de estómago e intoxicación	Infusión y mezclado con leche para la intoxicación	Silvestre	Herbáceo
Ortiga	Medicinal	Para el ácido úrico y para la caída de cabello	Infusión ; masajes en el cabeza mezclado con aceite de olivo para la caída de cabello	Silvestre	Herbáceo
Palmilla	Construcción	Construcción Para los techos de las casas	uso maderable	Cultivada	Arbustivo
Palo azul	Medicinal	remedio para problemas del riñón; refuerzo para pollos se les ponen las astillas en el agua	Infusión ;se les ponen las astillas en el agua	Silvestre	Arbustivo
Palo chichón	Medicinal	Propiedades anestésicas	Untado	Silvestre	Arbustivo
Palo de zorrillo	Medicinal	Remedio para el susto	Baños	Silvestre	Arbustivo
Palo escrito	Maderable	Elaboración de instrumentos	Uso maderable	Silvestre	Arbóreo
Pápalo	Medicinal	Para el hígado	Consumo de la hoja fresca	Cultivada	Herbáceo
Pasto de estrella	Forraje	Alimento para el ganado	Forraje	Silvestre	Herbáceo
Pata de vaca	Medicinal	Para el azúcar	infusión	Silvestre	Arbustivo
Pelos de elote	Medicinal	Para problemas del riñón	Infusión	Cultivada	Arbustivo
Pemuche	Alimento	Alimenticio	cocinado	Silvestre	Herbáceo
Pericón	Alimento	Condimento para los elotes	Condimento para los elotes	Silvestre	Herbáceo
Peshto	Doméstico	se utiliza para el mal olor de los trastes	mezcla de hojas frescas y jabón	Silvestre	Herbáceo
Pesma	Ornamental	arreglos florales	arreglos florales	Silvestre	Herbáceo
Quelites	Alimento	Alimenticio	Se cocina	Silvestre	Herbáceo

Nombre común	Categoría de uso	uso	Modo de uso	Forma de vida	Estrato
Quintoniles	Alimento	Alimenticio	Se cocinan	Silvestre	Herbáceo
Rama bofa	Forraje	Alimento para ganado	forraje	Silvestre	Arbustivo
Romero	Medicinal	Estimula la memoria y para la caída del cabello	Flor de romero con vino tinto y enjuagues de la infusión para caída del cabello; Mezcla de romero y altamisa como remedio para las articulaciones	Cultivada	Herbáceo
Rosa de castilla	Medicinal	Remedio para la tos, cólicos y ardor de ojos	Infusión y lavado de ojos	Silvestre	Arbustivo
Ruda	Medicinal	malestar estomacal y vómitos	Infusión; Mezcla de ajeno y ruda para problemas estomacales	Cultivada	Arbustivo
Sábila	Medicinal	Antiinflamatorio	Se ocupa, el tallo , la flor y el fruto; Mezcla de Sábila, tomillo y Laurel para la tos	Cultivada	Arbustivo
Sauco	Medicinal	Para la tos y problemas digestivos	Infusión	Silvestre	Arbóreo
Simonillo	Medicinal	Malestar estomacal	Infusión; Mezcla de simonillo y ruda para el vomito	Cultivada	Herbáceo
Sumerio	Medicinal	Dolor de cuerpo	Baños	Silvestre	Arbustivo
Tejocote	Alimento	Fruto comestible	Consumo del fruto	Silvestre	Arbustivo
Tepozán	Medicinal	Para las gastritis, malestar estomacal y tos	Se quema terrero hasta hacer brazo y se mezcla con la Infusión de tepozán , para la tos solo la infusión	Silvestre	Arbustivo
Tequelite	Multiuso	Condimento, alimento y para nivelar el azúcar	se cocina y se usa como condimento para tamales y sr licua para el azúcar	Silvestre	Herbáceo
Tintura	Medicinal	Dolor de cuerpo, articulaciones y problemas estomacales	Untada en el cuerpo y tomada para el estomago	Silvestre	Herbáceo
Toloache	Medicinal	para las hemorroides y granos enterrados	Se utiliza el "chayote espinoso" y se aplican fomentos en la zona afectada, también se muele con florifundio se hace una pasta con aceite de olivo y se aplica en la zona afectada.	Silvestre	Herbáceo
Tomillo	Medicinal	Cáncer y problemas de riñón	Infusión	Cultivada	Herbáceo
Toronjil	Medicinal	Para los nervios y para el susto	Infusión en ayunas; Mezcla de betónica, ajeno y toronjil para malestar estomacal	Cultivada	Herbáceo
Trementina	Medicinal	Resina de ocote	Mezcla con comino y piloncillo para los animales lastimados,	Silvestre	Herbáceo
Valiente	Alimento	Consumo humano	Consumo de hoja fresca	Silvestre	Herbáceo

Nombre común	Categoría de uso	uso	Modo de uso	Forma de vida	Estrato
Verdolagas	Alimento	Cocinada	Preparación de alimentos	Silvestre	Herbáceo
Xocoyol	Alimento	Se come el tubérculo que produce la planta	Se come la hoja fresca y un “camote subterráneo” jugoso	Silvestre	Herbáceo
Zarza	Medicinal	Neumonía y tos; fruto comestible	Hoja picada con aceite de olivo y realizar fomentos en la garganta; preparación de gelatinas	Silvestre	Arbustivo

**Evidencia de Carta de presentación entregada a autoridades de las comunidades de estudio.**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**  
Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería  
*School of Engineering and Basic Sciences*  
Área Académica de Biología  
*Department of Biology*

**Asunto:** Presentación

**SR. JONATHAN CRUZ PONCE**  
**DELEGADO COMUNIDAD "EL DEMAÑI", MPIO. TLAHULTEPA**  
**PRESENTE**

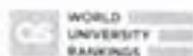
Por medio de la presente se hace solicita su apoyo para que el **C. Juan Carlos Baltazar Núñez**, con número de cuenta **250068**, quien es alumno vigente del programa de Maestría en Gestión Ambiental de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, y que se encuentra trabajando en el proyecto *"Uso tradicional de servicios ecosistémicos de provisión del municipio de Tlahuiltepa, Hidalgo, como herramienta para su manejo y aprovechamiento sustentable"*, pueda realizar los trabajos necesarios para llevar a buen término este proyecto en el espacio que usted considere necesario.

En caso de que se requiera algún otro tipo de asistencia, el alumno deberá comunicarse con usted para consensuar la logística y finalizar adecuadamente el proyecto. Agradecemos la atención que puedan brindar a esta solicitud y nos manifestamos a sus órdenes.

Atentamente  
*"Amor, Orden y Progreso"*  
Pachuca de Soto, Hidalgo, a 27 de abril de 2023

Dr. Pablo Octavio Aguilar  
Coordinador de la Maestría en Gestión Ambiental

POA/CIAF



Ciudad del Conocimiento  
Carretera Pachuca-Tulancingo km 4.5  
Colonia Carboneras, Mineral de la Reforma,  
Hidalgo, México. C.P. 42104  
Teléfono: +52 (771) 71 720 00 ext. 6640, 6642  
Fax 2112  
aab\_tcb@uah.edu.mx

[www.uah.edu.mx](http://www.uah.edu.mx)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

School of Engineering and Basic Sciences

Área Académica de Biología

Department of Biology

Asunto: Presentación

**SR. MIGUEL BALLESTEROS RIVERA**  
**DELEGADO COMUNIDAD "PALO PERDIDO", MPIO. TLAHULTEPA**  
**PRESENTE**

Por medio de la presente se hace solicita su apoyo para que el **C. Juan Carlos Baltazar Núñez**, con número de cuenta **250068**, quien es alumno vigente del programa de Maestría en Gestión Ambiental de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, y que se encuentra trabajando en el proyecto *"Uso tradicional de servicios ecosistémicos de provisión del municipio de Tlahuiltepa, Hidalgo, como herramienta para su manejo y aprovechamiento sustentable"*, pueda realizar los trabajos necesarios para llevar a buen término este proyecto en el espacio que usted considere necesario

En caso de que se requiera algún otro tipo de asistencia, el alumno deberá comunicarse con usted para consensuar la logística y finalizar adecuadamente el proyecto. Agradecemos la atención que puedan brindar a esta solicitud y nos manifestamos a sus órdenes.

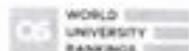
Atentamente

*"Amor, Orden y Progreso"*

Pachuca de Soto, Hidalgo, a 27 de abril de 2023

Dr. Pablo Octavio Aguilar  
Coordinador de la Maestría en Gestión Ambiental

POA/CIAF



Ciudad del Conocimiento  
Carretera Pachuca-Tulancingo km 4.5  
Colonia Carboneras, Mineral de la Reforma,  
Hidalgo, México, C.P. 42184  
Teléfono: +52 (771) 71 720 00 ext. 6640-6642  
Fax 2112  
aab\_lcd@uaeh.edu.mx

[www.uaeh.edu.mx](http://www.uaeh.edu.mx)

**Anexo 5. Anexo Fotográfico: Sitios de muestro de acahuals.**



**Sitio de muestreo 1.-** Acahual de 30 años de abandono, comunidad Demañi, Tlahuiltepa, Hgo.



**Sitio de muestreo 2.-** Acahual de 10 años de abandono, comunidad Demañi, Tlahuiltepa, Hgo.



**Sitio de muestreo 3.-** Acahual de 4 años de abandono, comunidad Demañi, Tlahuiltepa, Hgo.



**Sitio de muestreo 4.-** Acahual de 1 año de abandono, comunidad Demañi, Tlahuiltepa, Hgo.



**Sitio de muestreo 5.-** Acahual de 15 años de abandono, comunidad Demañi, Tlahuiltepa, Hgo.



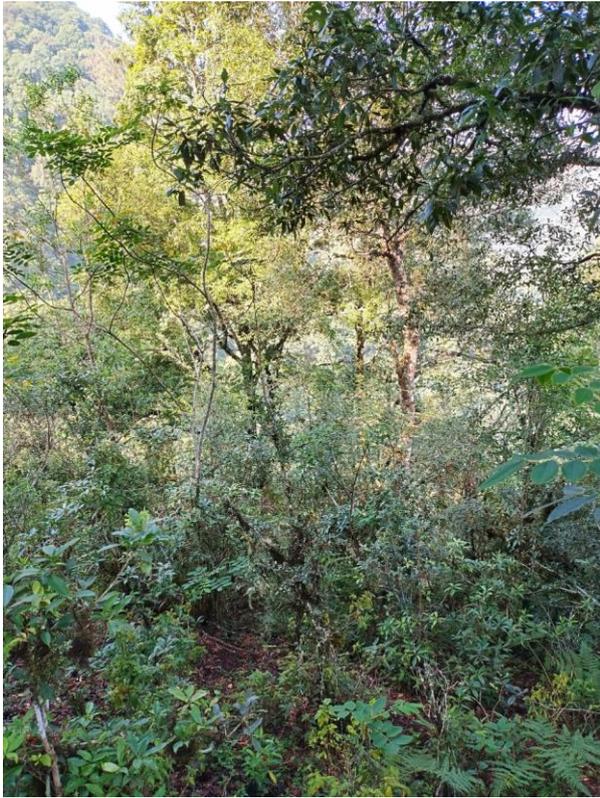
**Sitio de muestreo 6.-** Acahual de 10 años de abandono, comunidad Demañi, Tlahuiltepa, Hgo.



**Sitio de muestreo 7.-** Acahual de 11 años de abandono, comunidad Demañi, Tlahuiltepa, Hgo.



**Sitio de muestreo 8.-** Acahual de 15 años de abandono, comunidad Palo Perdido, Tlahuiltepa, Hgo.



**Sitio de muestreo 8.**- Acahual de 50 años de abandono, comunidad Palo Perdido, Tlahuiltepa, Hgo.



Recorrido con informante clave en el sitio de muestreo No. 5.



Recorrido con informante clave en el sitio de muestreo No. 6.

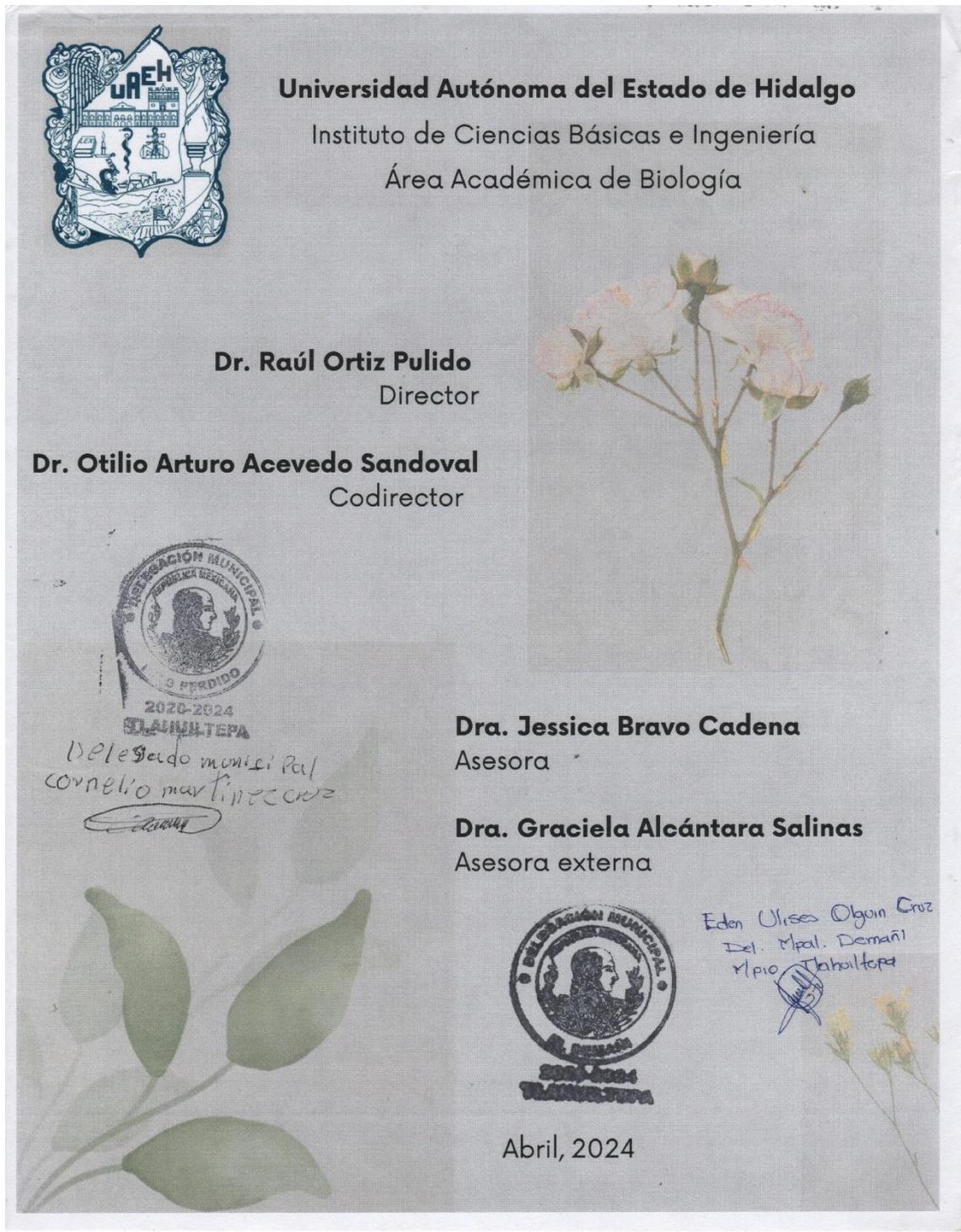


Recorrido con informante clave en el sitio de muestreo No. 9.



Fotografía tomada con equipo de trabajo en la Cabaña de la Reserva Privada "Las Coas", comunidad Demañi, Tlahuiltepa, Hidalgo, México.

**Anexo 6. "Guía ilustrativa de plantas útiles en Tlahuiltepa, Hidalgo".**



Acuse de recibido por parte de los Delegados de las comunidades de Palo Perdido y Demañi, Tlahuiltepa, Hidalgo, México.

# Guía Ilustrada de Plantas Útiles en Acahuales de Tlahuiltepa, Hidalgo.

---

\*BALTAZAR-NÚÑEZ J. C., ACEVEDO-SANDOVAL O. A., BRAVO-CADENA J., ALCANTÁRA-SALINAS G. Y ORTIZ-PULIDO R.







**Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo**

Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

Área Académica de Biología

## **Autores:**

**Biol. Juan Carlos Baltazar Núñez**

**Dr. Otilio Arturo Acevedo Sandoval**

**Dra. Jessica Bravo Cadena**

**Dra. Graciela Alcántara Salinas**

**Dr. Raúl Ortiz Pulido**



**julio, 2025**

# ÍNDICE

**¿QUE ES UN ACAHUAL?**

**DESCRIPCIÓN DE LA GUÍA**

**CONOCIMIENTO TRADICIONAL: MEMORIA DE  
LA NATURALEZA**

**ELEMENTOS DE FICHA DESCRIPTIVA**

**SIMBOLOGÍA**

**FICHAS DESCRIPTIVAS DE PLANTAS UTILES**

**\*ETAPA INICIAL**

**\*ETAPA INTERMEDIA**

**\*ETAPA TARDÍA**

**MEJORES PRÁCTICAS**

**BIBLIOGRAFÍA**

# ¿Qué es un acahual?

La agricultura migratoria o de rotación se basa en alternar períodos de cultivo y descanso para restaurar la fertilidad del suelo. En este tipo de agricultura se emplea el sistema de roza, tumba y quema, que consiste en eliminar la vegetación del área, incluyendo herbáceas, arbustos y árboles, para proceder a la quema de los residuos vegetales y ocupar más rápidamente sus nutrientes.

El sistema de rotación se aplica cuando hay suficiente superficie de tierra disponible para rotar entre períodos de descanso y cultivo. El período de cultivo suele durar tres años, durante los cuales se siembra principalmente maíz y frijol. Después de este período, sigue una fase de recuperación del sitio, donde tiene lugar el proceso de regeneración natural para restaurar la vegetación y las capacidades productivas del suelo.

Este proceso da lugar a diversas zonas con diferentes tipos de vegetación en distintas etapas de recuperación. Estas zonas corresponden a lo que comúnmente se conoce como "acahuales" o "barbechos".

Durante los períodos de descanso, los acahuales albergan una amplia diversidad de especies de flora y fauna, formando un sistema que brinda servicios ecosistémicos de vital importancia para la existencia humana. Estos servicios incluyen la provisión de recursos, la regulación del clima y la calidad del aire, la formación de suelos, así como beneficios estéticos y culturales, que influyen directamente en la calidad de vida de los habitantes de las zonas donde se practica.

# Descripción de la guía

La presente guía pretende ser un medio por el cual las generaciones futuras puedan conocer el uso que se da a las plantas que crecen en los acahuales localizados en el municipio de Tlahuiltepa, Hidalgo, México.

La información contenida aquí fue recopilada en campo, y fue proporcionada por habitantes de las comunidades de Palo Perdido y Demañi. Estos habitantes fueron informantes clave, pues amablemente compartieron su amplio conocimiento sobre el uso y aprovechamiento de la flora local que albergan las áreas agrícolas en descanso. En la zona estas áreas son denominadas como barañal, montecito, palizada y desmonte, que es la vegetación secundaria dominada por herbáceas y arbustos; mientras que se llama chaparral y mixquiahual a la vegetación secundaria dominada por arbustos y árboles (de hasta 3 metros de altura).

Con la publicación de este documento, se busca resaltar la importancia del manejo de los recursos vegetales desde la perspectiva de los actores del sitio, con el fin de rescatar y preservar su conocimiento tradicional.

## **Nota:**

La información presentada aquí **NO** tiene como objetivo promover la auto medicación ni sustituir medicamentos, ya que se carece de análisis bioquímicos y biológicos que respalden sus efectos y propiedades. Los usos mencionados se basan en testimonios de los habitantes, información bibliográfica y consulta con expertos. Por tal motivo, los autores invitan a los lectores a usar su sentido común y por ello se deslindan de cualquier uso personal de la información proporcionada aquí.

# Conocimiento tradicional: memoria de la naturaleza

¿Y si el bosque tuviera memoria? ¿Qué nos contaría?

Excepcionalmente portadores de conocimientos milenarios en conexión y armonía con la naturaleza, las raíces de sabiduría que profundamente se anclan en las memorias de niños, jóvenes y adultos, transmitidas de generación en generación por sabios naturalistas, reflejan lo que el bosque tiene para contarnos. La esencia misma del bosque nos provee una comprensión única sobre el uso, manejo y protección de sus recursos.

Los grandes cambios que nuestra sociedad ha experimentado en los últimos años como consecuencia de la modernización y la falta de interés, presentan una tendencia a silenciar las voces del bosque y borrar su valiosa memoria. Es por ello que la naturaleza nos susurra al oído nuestro papel como guardianes de este invaluable tesoro, incitándonos a protegerlo y preservarlo, recordándonos la importancia de respetar y cuidar el patrimonio natural que nos rodea, reconociéndonos como actores clave para escuchar y compartir esa memoria ancestral.

## Elementos de ficha descriptiva

# Nombre común

*Nombre científico*

Fotografía



## USO

---

Descripción del tipo de uso.

## MODO DE USO

---

Descripción del método de uso.

## DESCRIPCIÓN

---

Características biológicas de la planta.

Categoría de uso



Tipo de vegetación



## INFORMACIÓN ADICIONAL

Información de interés.

---

# S I M B O L O G Í A

---

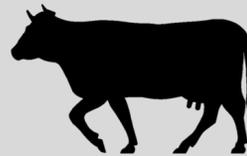
## Categoría de uso



**Medicinal**



**Alimento**



**Forraje**



**Ornamental**



**Construcción**



**Domestico**



**Repelente**

## Tipo de vegetación



**Bosque Mesófilo  
de Montaña**



**Bosque de  
Pino-Encino**



**Zona de agricultura  
temporal**

# FICHAS DESCRIPTIVAS



# ETAPA INICIAL



Fotografía de Acahual de 4 años de descanso, Demañi, Tlahuiltepa, Hidalgo.

La etapa de sucesión inicial presenta una predominancia de especies pioneras, principalmente herbáceas que se caracterizan por una alta capacidad reproductiva, amplia dispersión y crecimiento rápido, crecen estimuladas por la abundancia de luz y algunas están adaptadas a suelos pobres en nutrientes (Añazco *et al.*, 2023)

**Zonas de 1 a 14  
años de descanso**



# Bejuco amarillo

Genero *cuscuta* L.



Especie registrada tanto en la etapa inicial como en la tardía.



## USO

Remedio para el espanto.

## MODO DE USO

Se hierva la planta completa mezclada con otras plantas y se utiliza para realizar baños corporales.

## DESCRIPCIÓN

Se distribuye entre los 1,000 y 1,600 m.s.n.m., son plantas herbáceas y parásitas con tallos , lisos, en forma de hilos amarillos con flores pequeñas blancas (Costea *et al.*, 2013).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

*Cuscuta tinctoria* es una de las plantas parasitas mas importante ya que puede causar daños del 75% en el rendimiento de los cultivos hospedantes (Costea *et al.*, 2013)

# Espina

*Solanum myriacanthum* Dunal



## USO

Tratamiento para las heridas.

## MODO DE USO

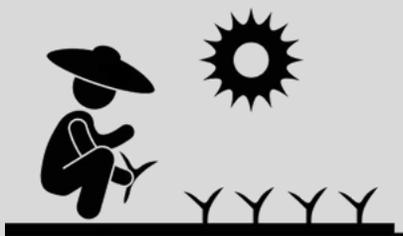
Se dejan secar las hojas, se queman y se aplica el humo en la zona afectada, también se unta la hoja fresca en la herida.

## DESCRIPCIÓN

Planta arbustiva de hasta 2 m de altura, con hojas grandes y con pequeñas espinas color verde o púrpura, pequeñas flores blancas y frutos de pulpa color amarillo (Cuevas-Reyes, 2018).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

se ha demostrado que el fruto de *S. myriacanthum* contiene propiedades capaces de eliminar parásitos intestinales (Yadav *et al.*, 2012).



# Gordolobo

*Roldana aschenborniana*  
(S.Schauer) H.Rob. y Brettell)



## USO

---

Remedio para tos y dolor de garganta.

## MODO DE USO

---

Se tritura la hoja mezclada con aceite de olivo y se realizan fomentos en la garganta.

## DESCRIPCIÓN

---

Arbusto de 1.5 m de altura, con hojas en forma de rombos y pequeñas flores amarillas (Red de Herbarios Mexicanos).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha demostrado que algunas especies del genero *Roldana* presentan un efecto contra el hongo *trichophyton mentagzophytes* causante del pie de atleta (Arciniegas, et al., 2008).

# Lengua de borrego

*Lasianthaea fruticosa*

(L.) K.M.Becker



## USO

Forraje.

## MODO DE USO

Alimento para ganado.

## DESCRIPCIÓN

Arbusto de hasta 3 m de altura, hojas aперas y con protuberancias, presenta pequeñas flores amarillas en racimo, ubicadas en las puntas de las ramas (Hidalgo *et al.*, 2024).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Estudios han demostrado que esta especie tiene gran importancia ecológica en suelos erosionados, ya que retiene gran cantidad de humedad (Hidalgo *et al.*, 2024).

# Retoño

*Familia Lauraceae Juss*



## USO

---

Forraje.

## MODO DE USO

---

Sirve como alimento para ganado.

## DESCRIPCIÓN

---

Árboles o arbustos con flores pequeñas blancas o amarillas, agrupadas en racimos, fruto carnoso color verde o amarillo pálido (van der Werff y Lorea, 1997).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Algunos representantes de esta familia, tiene un papel ecológico importante como productores de alimento de diversas aves (van der Werff, y Lorea, 1997).



# Aretes

*Vinca major* L.



## USO

---

Las mujeres principalmente niñas la utilizan como aretes.

## MODO DE USO

---

Se desprende el centro de la flor y se coloca en la oreja como arete.

## DESCRIPCIÓN

---

Planta herbácea de tipo enredadera de hasta 50 cm de tamaño, flores con 5 pétalos de color azul o morado (Díaz *et al.*, 2005).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Su principal importancia económica es a través de el cultivo para uso ornamental aunque también se reconocen propiedades antidiarreicas (Rajput *et al.*, 2011).

# Bailadora

*Thalictrum strigillosum* Hemsl.



Especie registrada en las tres etapas de sucesión.



## USO

Tratamiento para la mordedura de víbora.

## MODO DE USO

Se tritura la planta y se aplican fomentos de la parte afectada, además se usa el agua de la planta hervida mezclada con tepozán como antiinflamatorio.

## DESCRIPCIÓN

Planta herbácea de 1 a 1.50 m de altura, con flores pequeñas color amarillas y sin pétalos, pero con estambres grandes (Téllez-Mazzocco, 2015).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

*Thalictrum strigillosum* también se le atribuyen propiedades antidiarreicas, diurético y analgésico (González *et al.*, 2004).

# Cardo santo

*Cirsium raphilepis* Petr.



Especie registrada tanto en la etapa inicial como en la intermedia.



## USO

Se utiliza como remedio para problemas de riño e hígado.

## MODO DE USO

Se hierva la raíz para problemas del riñón , mientras que la flor y la semilla para el hígado.

## DESCRIPCIÓN

Planta herbácea de hasta 1 m de altura, con hojas de hasta 30 cm de largo con espinas en los márgenes y flores en forma de espina color morado-rosadas (CONABIO, 2009).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

El libro "Lista de plantas útiles del estado de Hidalgo". reporta tres especies del genero *Cirsium* con uso medicinal (Pérez *et al.*, 2003).

# Chapadá

*Cestrum* sp. L.



Especie registrada tanto en la etapa inicial como en la intermedia.



## USO

Remedio para controlar la fiebre y el dolor de cuerpo.

## MODO DE USO

Se hierva la panta y se realizan baños en todo el cuerpo.

## DESCRIPCIÓN

Arbusto de tallos erectos, ramificados con hojas simples e inflorescencias (pequeñas flores agrupadas), fruto en forma de valla (Gallego *et al.*, 2012).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Algunas especies del genero *Cestrum* pueden ser tóxicas para consumo humano y para el ganado. (Brevis *et al.*, 1999).

# Hierba del sapo

*Eryngium Tourn. ex L.*



Especie registrada tanto en la etapa inicial como en la intermedia.



## USO

Remedio para problemas en los riñones como cálculos renales e inflamación del estomago.

## MODO DE USO

Se hierva la flor, raíz y hojas y se injiere.

## DESCRIPCIÓN

Planta herbácea de hasta 50 cm, con hojas dispuestas en forma de roseta y márgenes en forma de espinas, con pequeñas flores espinosas azules o moradas (Núñez *et al.*, 2015).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

El extracto obtenido de la raíz de *E. creticum* es utilizado como antídoto contra el veneno del escorpión de la especie *Leiurus quinquefasciatus* (Elizalde y Lallana, 2000).

# Morita

*Solanum sp. L.*



Especie registrada tanto en la etapa inicial como en la intermedia.



## USO

---

Remedio para la fiebre.

## MODO DE USO

---

Se hierven las hojas y tallo para aplicarse baños en el cuerpo.

## DESCRIPCIÓN

---

Arbustos de crecimiento rápido, flores pequeñas agrupadas y frutos esféricos, algunas especies consideradas como maleza en cultivos (Castroviejo., 2012).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha demostrado que la especie *Solanum crinitipes* muestra actividad antimicrobiana en diferentes cepas bacterianas (Cañón y Menco, 2018).

# Ortiga

*Urtica membranacea* Wedd.



Especie registrada tanto en la etapa inicial como en la intermedia.



## USO

Uso antiinflamatorio, regulación del ácido úrico y caída de cabello.

## MODO DE USO

1) Se mezcla con diferentes plantas, se hierve y se toma como té; 2) para la caída de cabello se tritura la planta y se pone a hervir, se mezcla con aceite de olivo y se masajea el cabello.

## DESCRIPCIÓN

Plantas herbáceas, presenta hojas dentadas con pelos urticantes. Tallos de 15 a 150 cm. y flores en racimos simples de color verdoso (Paiva y Castroviejo, 1993).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha comprobado que *Urtica membranacea* es una planta con altos contenidos de flavonoides, por lo cual se le atribuyen propiedades antiinflamatorias y antioxidantes (Kregiel., 2020).

# Pesma

*Dryopteris wallichiana* (Spreng.) Hyl.



Especie registrada tanto en la etapa inicial como en la intermedia.



## USO

---

Arreglos florales.

## MODO DE USO

---

Se mezcla con diferentes plantas de ornato para arreglos florales.

## DESCRIPCIÓN

---

Helecho que alcanza hasta 1.5 m, con hojas verde grandes y anchas tri-pinnadas (Hojas con un eje central y pequeñas hojas laterales), (Fraser, 2007),

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha detectado que *Dryopteris wallichiana* posee actividad antimicrobiana causante de enfermedades gastrointestinales (Núñez *et al.*, 2015).

# Tepozán

*Buddleja cordata* Kunth.



Especie registrada tanto en la etapa inicial como en la intermedia.



## USO

---

Para la tos, gastritis y antiinflamatorio.

## MODO DE USO

---

1) Se quema terrero hasta hacer brasa y se mezcla con te de tepozán para tos y gastritis; 2) Se mezcla con bailadora y se unta en las ubres de las vacas cuando están criando como antiinflamatorio.

## DESCRIPCIÓN

---

Árboles de hasta 20 m de altura, hojas con el haz verde y el envés de color verde grisáceo a blanquecino y flores pequeñas, amarillentas (Rangel, *et al.*, 2003).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Los estudios fitoquímicos de sus semillas, hojas, corteza y raíces han evidenciado sus propiedades contra bacterias y amibas (Rangel, *et al.*, 2003).

# Xocoyol

*Oxalis triangularis* A.St.-Hil.



Especie registrada en las tres etapas de sucesión.



## USO

Alimento para pobladores.

## MODO DE USO

Produce un bejuco (tubérculo), que es consumido por los pobladores.

## DESCRIPCIÓN

Planta herbácea perenne que se caracteriza por sus hojas en forma de trébol, de color verde. Produce flores rosadas o blancas (Muñoz *et al.*, 2015).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Existen variedades de esta especie de color morado que se comercializan para uso ornamental (Muñoz *et al.*, 2015).

# Nogal

*Juglans sp. L.*



## USO

Alimento.

## MODO DE USO

Produce una nuez que es consumida por los pobladores.

## DESCRIPCIÓN

Árboles con tallos de corteza rugosa y ramas de corteza lisa, su fruto es esférico y con una nuez en su interior (Loewe y González., 2001).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

El nogal inglés, *Juglans regia*, produce una madera que es apreciada para muebles por su dureza y coloración (Loewe y González., 2001).



# Zarza

*Rubus adenotrichos* Schltld.



Especie registrada tanto en la etapa inicial como en la intermedia.



## USO

Alimento para pobladores y remedio para la neumonía y tos.

## MODO DE USO

Produce un fruto que es consumido por los pobladores y las hojas se hierven como remedio para la tos y neumonía.

## DESCRIPCIÓN

Arbusto de 1 a 4 m, tallos con espinas, hojas con bordes con denticillos, flores de color blanco o rosa y frutos de color rojo (Schmidt *et al.*, 2024).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha demostrado que *R. adenotrichos* presenta elagitaninos y antocianinas en la fruta, las cuales presentan una alta capacidad antioxidante y propiedades antiinflamatorias (Azofeifa *et al.*, 2013).

# ETAPA INTERMEDIA



Fotografía de Acahual de 15 años de descanso, Demañi, Tlahuiltepa, Hidalgo.

La etapa intermedia se caracteriza por presentar especies secundarias, que tienen un requerimiento intermedio de recursos entre las pioneras y las tardías, éstas se presentan después de la colonización de las especies pioneras y generan condiciones ambientales aptas para el desarrollo de las especies tardías, (Añazco *et al.*, 2023).

**Zonas de 15 a 49  
años de descanso**



# Antijuelilla

*Lepidium virginicum* L.



Especie registrada tanto en la etapa inicial como en la intermedia.



## USO

Remedio casero para el malestar estomacal e indigestión.

## MODO DE USO

Se hierve el tallo y las hojas y se mezcla con bicarbonato y aceite de olivo y se ingiere.

## DESCRIPCIÓN

Planta herbácea de 20 a 70 cm, con pequeñas flores blancas y frutos en forma de lenteja (Martínez-Imamura, 2021).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha comprobado que *Lepidium virginicum* presenta propiedades antiinflamatorias y compuestos que pueden intervenir en la cicatrización de heridas (Martínez-Imamura, 2021).



# Mora

*Celtis* sp. L.



## USO

Su madera se utiliza para construcción de cercas.

## MODO DE USO

Se utiliza como postes para cercado de ganado principalmente.

## DESCRIPCIÓN

Árboles que se caracterizan por presentar hojas simples, con márgenes enteros o con dientes. Las flores son pequeñas, verde-amarillentas y el fruto es carnososo (Zamengo, *et al.*, 2021).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Muchas especies del género *Celtis* producen madera muy resistente y flexible por lo que se usa para bastones, horcas de campo y mangos (Zamengo, *et al.*, 2021).



# Bretónica

*Prunella vulgaris* L.



## USO

Se utiliza como remedio para malestar estomacal y dolor de cabeza.

## MODO DE USO

Se hierve junto con monte zorrillo, hoja de manzana y de durazno.

## DESCRIPCIÓN

Planta de hasta 60 cm, con hojas ovadas con pequeñas vellosidades y pequeñas inflorescencias color azul-violeta (Montejano y Almager, 2023),

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Diversos estudios han mostrado que *Prunella vulgaris* posee cumarinas, fenoles y taninos de gran potencial farmacológico (Montejano y Almager, 2023),



# Correa

*Carya sp.* Nutt.



## USO

Se utiliza para fijar postes de cercas.

## MODO DE USO

Se extrae la corteza delgada y fresca para amarrar postes de cercas.

## DESCRIPCIÓN

Árboles de hasta 40 m de altura, las flores se organizan en forma de espigas, los frutos son en forma de drupa (carnoso) con una nuez en el centro que puede ser dulce o amarga (Casales *et al.*, 2018).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

*Carya illinoensis* es la especie del genero con mayor importancia económica, mediante el cultivo y comercialización de la nuez conocida como "pecama" (Casales *et al.*, 2018).

# Diente de león

*Taraxacum officinale*, F.H. Wigg.



## USO

---

Se utiliza como tratamiento para las heridas.

## MODO DE USO

---

Se hierva y se utiliza el agua para lavar la herida.

## DESCRIPCIÓN

---

Planta herbácea con hojas dispuestas en roseta, con flores amarillas y fruto en forma de cerdas blancas (Martínez-Mahinda, 2015).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

La presencia de sesquiterpenos , saponinas , compuestos fenólicos, flavonoides y azúcares, entre otros, posiciona a *Taraxacum officinale* como una importante fuente comercial de medicamentos naturales (Martínez-Mahinda, 2015).



# Doradilla

*Selaginella* sp. P.Beauv.



## USO

Remedio para problemas en riñones y dolor de cuerpo.

## MODO DE USO

1) Infusión de la planta completa; 2) mezcla de cáscara de pemuche, doradilla, epazote y sumerio como remedio para el susto y dolor de cuerpo.

## DESCRIPCIÓN

Planta pequeña con aspecto de musgo y hojas escamosas, crece en piedras o zonas rocosas (Martínez, 2022).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Algunas especies son conocidas como "plantas de la resurrección", debido a que son capaces de sobrevivir hasta 10 años sin agua (Wang *et al.*, 2010).

# Magüey de piedra

*Agave mitis* Mart.



## USO

Tratamiento para la mordedura de víbora.

## MODO DE USO

Se tritura y se unta en la zona afectada.

## DESCRIPCIÓN

Caracterizada por una roseta de hojas carnosas y curvadas que terminan en punta afilada, presenta follaje verde con finos dientes en los bordes, las hojas pueden alcanzar hasta 70 cm de largo (Thiede, 2016).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Esta especie de magüey es conocida en algunos sitios como "magüey de peña" y principalmente se le da un uso ornamental (Thiede, 2016).

# Mimbre

*Viburnum sp.* Raf.



## USO

Remedio para las reumas y la gripa.

## MODO DE USO

1. Se tritura la hoja y se mezcla con alcohol, se unta par alas reumas.
2. Té: Mezcla de mimbre, mameycito, laurel y flor azul como remedio para la gripa.

## DESCRIPCIÓN

Árbol caducifolio (pierde sus hojas en ciertas épocas del año, con flores pequeñas y numerosas, fruto en forma de drupa (pulpa), (Werres *et al.*, 2001).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Los estudios de actividad biológica de esta especie, revelan efectos antioxidantes, espasmolíticos, antimicrobianos, hepatoprotectores y sedantes de este género (Werres *et al.*, 2001).

# Laurel

*Litsea glaucescens* D. Don



## USO

Se usa como condimento y como remedio para el dolor de estomago e intoxicación.

## MODO DE USO

Se utilizan las hojas en la preparación de alimentos y se hierven; mezclado con leche para la intoxicación

## DESCRIPCIÓN

Árbol de 1.5-5.4 m de alto, presenta Inflorescencias (pequeñas flores agrupadas, de 3-5 flores por inflorescencia), y produce un Fruto en forma de drupa (pulpa), (Armenta *et al.*, 2011).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Actualmente el laurel está considerado en peligro de extinción, según la Norma Oficial Mexicana 059 como consecuencia de la extracción desmedida (NOM-059-SEMARNAT-2010).



# Quelite

*Amaranthus sp. L.*



## USO

---

Alimento para pobladores.

## MODO DE USO

---

Las hojas frescas se utilizan para la preparación de diferentes guisados.

## DESCRIPCIÓN

---

Se caracteriza por incluir plantas herbáceas anuales o arbustivas con flores de diversos colores, de verde a morado o púrpura (Luis *et al.*, 2018).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

El Genero *Amaranthus* es de gran interés por el valor nutricional que presentan algunas de sus especies que son fuente importante de alimento como verdura y grano (Luis *et al.*, 2018).



# Tejocote

*Crataegus mexicana* Moc. y  
Sessé ex DC.



## USO

Se consume como alimento para pobladores y como remedio para la tos y resfriado.

## MODO DE USO

Fruto comestible, las hojas hervidas sirven como remedio para las tos y resfriado.

## DESCRIPCIÓN

Árbol espinoso de hasta 10 m de altura, corteza color gris-rojiza, hojas simples con margen aserrado, flores con pétalos blancos y fruto carnoso amarillo de 2-3 cm (CONABIO, 2009).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

*Crataegus mexicana* comúnmente se utiliza como guía de para injertar árboles frutales como manzano, pera, níspero, durazno y membrillo (Marín y Rodríguez *et al.*, 1993).



# Insulina

*Salvia amarissima* Ortega



## USO

Remedio para bajar el azúcar y tratamiento para granos enterrados.

## MODO DE USO

1) para bajar el azúcar se prepara un te de la flor, tallo y hojas; 2) para el tratamiento de granos enterrados se tritura y mezcla con semilla de calabaza y se aplica en la zona afectada.

## DESCRIPCIÓN

Planta herbácea, aromática de hasta 80 cm, con tallo cuadrangular y pequeñas flores moradas (Gutiérrez-Guzmán, 2021).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

La palabra salvia proviene del latín *salvare* o *salvar* por las propiedades medicinales que se les atribuían desde la antigüedad (Gutiérrez-Guzmán, 2021).

# Lirio

*Isochilus unilateralis* B.L. Rob.



## USO

Arreglos florales.

## MODO DE USO

Se mezcla con diferentes plantas de ornato para adornos florales.

## DESCRIPCIÓN

Planta herbácea de 12 a 30 cm con tallos cubiertos por vainas foliares, hojas acampanadas con pétalos color lila pálido o rosa-morado de 2 a 4 cm (García *et al.*, 2003).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

*Isochilus unilateralis* es exclusiva (Endémica) de México, distribuida a lo largo de la vertiente atlántica en la Sierra Madre Oriental (García *et al.*, 2003).

# Sauco

*Sambucus canadensis* Burm.f.



Especie registrada tanto en la etapa intermedia como en la tardía.



## USO

Remedio para la tos y problemas digestivos.

## MODO DE USO

Té: Mezcla de hojas de sauco, planta de simonillo y ruda hervida para el vomito.

## DESCRIPCIÓN

Árbol de 2 a 4 m de altura aunque pueden llegar a alcanzar los nueve m, presenta hojas con los márgenes acerrados, flores pequeñas blancas y fruto carnoso color negro o morado (Schmitzer *et al.*, 2012),

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Los frutos se usan para hacer vino, jaleas y pasteles, pero no se deben comer crudos, ya que las hojas y tallos contienen oxalatos y contiene sustancia tóxicas (Schmitzer *et al.*, 2012),

# Hierba santa

*Piper auritum* L.



## USO

Se usa como alimento para pobladores y repelente de mosquitos.

## MODO DE USO

Se usa la hoja en a preparación de tamales de hoja de plátano y la hoja en alcohol como repelente.

## DESCRIPCIÓN

Planta herbácea de hasta 2 m de altura, presenta hojas grandes y las flores están colocadas en espigas parecidas a cordoncillos color verde pálido (Mendoza-Aponte, 2017).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

El aroma de la hoja santa se produce gracias a un compuesto llamado safrol, mismo que poseen las cervezas de raíz (Mendoza-Aponte, 2017).



# ETAPA TARDÍA



Fotografía de Acahual de 50 años de descanso, Palo Perdido, Tlahuiltepa, Hidalgo.

La etapa sucesional tardía se caracteriza por la presencia de especies maduras o tardías, las cuales presentan características opuestas a las especies pioneras, como estrategias de dispersión y reproducción más complejas (dispersión de semillas a través animales, polinizadores específicos, etc.), tolerancia a la sombra (en ecosistemas boscosos) y un crecimiento más lento, entre otras (Añazco *et al.*, 2023).

Zonas de 50 a 100 años de descanso



# Escoba

*Baccharis conferta* Kunth



## USO

Se utiliza como escoba, para labores domésticos.

## MODO DE USO

Se cortan algunas ramas frescas o secas de la planta y se juntan para formar una escoba.

## DESCRIPCIÓN

Arbusto de hasta 2 m de altura, presentan pequeñas hojas en forma de rombo y flores amarillas o blancas agrupadas (Weimann, et al., 2002).

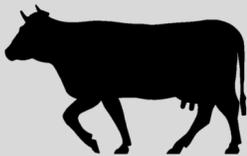
## INFORMACIÓN ADICIONAL

Algunos estudios han corroborado las propiedades farmacológicas de *Baccharis conferta* para enfermedades Gastrointestinales (Weimann, et al., 2002).



# Hierba de guajolote

*Salvia sp. L.*



## USO

---

Sirve como alimento para ganado.

## MODO DE USO

---

La hoja que produce se utiliza como alimento para el ganado.

## DESCRIPCIÓN

---

Las formas de crecimiento en *Salvia* incluyen hierbas y arbustos, con tallos en forma rectangular, las flores presentan cáliz y corola y se presentan en forma de racimo, (Cruz-Gasca , 2018).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Muchos de los aceites que producen estas plantas no han sido estudiados lo que sugieren la presencia de un alto numero de compuestos que pudieran ser importantes para la ciencia. (Cruz-Gasca , 2018).

# Monte de zorrillo

*Ptelea sp. L.*



## USO

---

Forraje.

## MODO DE USO

---

Se usa como alimento para el ganado.

## DESCRIPCIÓN

---

Arboles y arbustos con alturas de 2 a 5 m, presenta hojas ovoides, corteza color rojiza y pequeñas flores blancas agrupadas, algunas despiden un mal olor (Stewart, 2021).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

La especie *Ptelea trifoliata* es polinizada por moscas carroñeras ya que sus flores despiden un olor un tanto desagradable (Stewart, 2021).



# Hierba del cáncer

*Acalypha monostachya* Cav.



## USO

---

Tratamiento para las heridas.

## MODO DE USO

---

Se hierva la panta y se aplican fomentos en la zona afectada.

## DESCRIPCIÓN

---

Planta arbustiva, presenta hojas en forma ovada con márgenes dentados e inflorescencias (pequeñas flores agrupadas), vistosas colgantes Guillén-Meléndez, 2021).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Se han demostrado efectos citotóxicos de los extractos de *Acalypha monostachya* en las células tumorales (Guillén-Meléndez, 2021).



# Granada de campo

*Bomarea edulis* (Tussac) Herb.



## USO

Alimento para pobladores y animales silvestres.

## MODO DE USO

Produce un fruto que es consumido por pobladores y sirve de alimento para animales silvestres.

## DESCRIPCIÓN

Planta herbácea con hojas alargadas y flores en forma de campana de diferentes tonos de rosado y en algunos casos violeta-rojizos en la base y manchas negras en el interior de la flor (Garbisco y Estrada, 2001).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

El mayor uso que se le da al genero *Bomarea* es como plantas ornamental (Torres y Peláez, 2015).



# Chupona

*Pseudognaphalium* sp. Kirp.



## USO

---

Tratamiento para heridas.

## MODO DE USO

---

Se coloca la hoja fresca en la zona afectada.

## DESCRIPCIÓN

---

Planta herbácea, presenta hojas con textura lanosas color verde y opacas en el envés, produce agrupaciones de 15 a 25 flores en forma de estrella color pardo (Sombra- Argüelles, 2019).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Se han descrito efecto antifúngico del extracto acetónico de *P. luteoalbum* contra *Fusarium oxysporum* Schdt, el cual es un hongo que causa enfermedades en ciertas plantas (Sombra- Argüelles, 2019).



# Flor de tila

*Tilia americana* L.



## USO

Remedio para el insomnio y los nervios, así como como fuente de alimento para pobladores.

## MODO DE USO

1) Para uso medicinal se hierve el fruto, flor y hoja mezclada con toronjil; 2) La hoja fresca se consume como alimento.

## DESCRIPCIÓN

Especie arbórea de 5 a 20 m de alto, corteza con estrías longitudinales y flores color verde o rojo y frutos esféricos de color gris-marrón (Herrera *et al.*, 2008),

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Las flores del *Tilia americana* producen una gran cantidad de néctar con el que se elabora una miel de calidad. (Herrera *et al.*, 2008),



# Guaje cimarrón

*Zapoteca tetragona* (Willd.)

H.M. Hern.



## USO

---

Sirve como alimento para ganado.

## MODO DE USO

---

la flor y el fruto que produce en forma de vaina se utiliza como alimento para el ganado.

## DESCRIPCIÓN

---

Arbustos con la base leñosa de hasta 5 m de altura, flores con estambres blancos y llamativos y fruto en forma de legumbre (Bansi *et al.*, 2014).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha evidenciado que *Zapoteca tetragona* tiene una fuerte potencial como cultivo forrajero con valiosa calidad nutricional (Bansi *et al.*, 2014).

# Cólica

*Oenothera* sp L.



## USO

---

Remedio para malestar estomacal.

## MODO DE USO

---

Té: Se hierva la planta y se injiere.

## DESCRIPCIÓN

---

Planta herbácea que crece en rocas o suelos rocosos, el fruto es una cápsula con longitud de alrededor de 2.5 cm, con varias semillas pequeñas y desnudas (Romero *et al.*, 2020).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

*Oenothera rosea* se reconoce principalmente por sus propiedades terapéuticas tradicionales y varias de ellas comprobadas experimentalmente (Romero *et al.*, 2020).



# Valiente

*Priva lappulacea* (L.) Pers.



## USO

---

Alimento.

## MODO DE USO

---

Las hojas frescas sirven de alimento para pobladores.

## DESCRIPCIÓN

---

Hierba de menos de 1 m de altura, hojas de hasta 12 cm de largo y 6.5 cm de ancho, flores con corola blanca, sus frutos tienen ganchos que se adhieren en la ropa y pelaje de los animales (CONABIO, 2009).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Análisis fitoquímicos han encontrado actividad antimicrobiana en *Priva lappulacea*, por lo cual en Cuba se utiliza tradicionalmente para afecciones de la piel causada por cepas bacterianas (Núñez *et al.*, 2017).



# Quintoniles

*Amaranthus blitum* Moq.



## USO

---

Alimento para pobladores.

## MODO DE USO

---

Las hojas frescas se utilizan para la preparación de diferentes guisados.

## DESCRIPCIÓN

---

Planta herbácea de 1 hasta 2 m de altura, tallo con rayas longitudinales, a veces rojizo, con numerosas flores dispuestas en verticilos muy cercanos entre sí (Jahan *et al.*, 2022).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Se ha comprobado que *Amaranthus blitum* contiene compuestos que podrían emplearse para desarrollar un medicamento analgésico y antidiabético eficaz (Jahan *et al.*, 2022).



# Quelite rayado

*Amaranthus hybridus* E.H.L.  
Krause



## USO

---

Alimento para pobladores.

## MODO DE USO

---

Las hojas frescas se utilizan para la preparación de diferentes guisados.

## DESCRIPCIÓN

---

Planta de 20-100 cm, hojas ovadas o romboidales teñidas de color rojizo, flores agrupadas en una inflorescencia terminal de color verdoso-rojizo (Nana *et al.*, 2012).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

A pesar de que *Amaranthus hybridus* es considerada una maleza que perjudica el crecimiento de los cultivos, se ha demostrado que posee un alto contenido nutricional y un notable potencial antioxidante.(Nana *et al.*, 2012).

# Aguacate de ardilla

*Persesa americana* Mill.



## USO

---

Alimento para pobladores y animales silvestres principalmente ardillas.

## MODO DE USO

---

Produce un fruto que sirve como alimento para ardillas y la hoja para consumo humano.

## DESCRIPCIÓN

---

Árboles de hasta de 30 m de altura, hojas ovadas, haz verde oscuro, flores pequeñas, verdosas, frutos carnosos, ovados amarillo-verdosos a marrón y púrpura (Pérez *et al.*, 2015).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

*Persea americana* representa un creciente valor en el mercado, por su calidad nutritiva, usos medicinales y en la industria cosmética (Pérez *et al.*, 2015).



# Tlashcale

*Familia Iridaceae Juss.*



## USO

---

Alimento.

## MODO DE USO

---

Produce un bejuco (tubérculo), que sirve de alimento para pobladores.

## DESCRIPCIÓN

---

Plantas herbáceas con flores pequeñas generalmente de 6 pétalos dispuestas en racimos, producen frutos en forma de capsula y es polinizada por una gran variedad de insectos (Rzedowski, 1988).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

La familia *Iridaceae* presenta especies de gran valor ornamental como *Iris* y *Gladiolus* (Rajput *et al.*, 2011).

# Ciruelilla

*Rhus virens* L. indh. ex A. Gray



## USO

Construcción de cercas.

## MODO DE USO

Se utiliza la madera como postes para construir cercas.

## DESCRIPCIÓN

Arbustos con hojas color verde oscuro. presenta racimos de pequeñas flores color pardo-rojizo y frutos esféricos en forma de baya color naranja-rojo (Luna.-Ríos 2015).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

*Rhus virens* contiene compuestos naturales que tienen la capacidad de inhibir al hongo *F. oxysporum*, causante de enfermedades en algunas plantas (Luna.-Ríos 2015).



# Llantén

*Plantago australis* Lam.



## USO

Remedio para la diarrea.

## MODO DE USO

Té: se hierve la planta y se injiere.

## DESCRIPCIÓN

Planta herbácea con las hojas en forma de roseta basal, con una altura de 15-30 cm, presenta flores dispuestas en espigas densas en el extremo de delgados tallos (Chávez-Silva, 2019).

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Se han echo investigaciones químicas que muestran que *Plantago australis* contiene agentes antidiabéticos (Chávez-Silva, 2019).



# MEJORES PRÁCTICAS



# CERCAS VIVAS

## ¿QUE SON?

Las cercas vivas son plantaciones de árboles o arbustos que se establecen para delimitar áreas desempeñando la función de postes para sostener el cercado, así como el suministro de productos maderables y no maderables y diversas funciones ecológicas (Calles *et al.*, 2019).

## ¿POR QUÉ UTILIZAR CERCAS VIVAS?

Las cercas vivas ofrecen diversos beneficios tanto para el propietario como servicios ambientales como lo son:

- Forraje para ganado.
- Fuente alternativa de suministro (madera, postes, leña, frutos, medicinas, ornamentales, etc.).
- Disminuye la tala de árboles para construcción de cercas.
- Sirven para delimitar áreas.
- Generan sombra para el ganado.
- Protección y mejoramiento del suelo.
- Refugio y alimento para fauna silvestre.
- Reducen la extracción de recursos en los bosques.
- Reduce la fuerza de los vientos y el proceso de evaporación.
- Reducen la invasión de malezas.
- Funcionan como corredores biológicos de fauna silvestre.
- En zonas de ladera controlan la erosión del suelo.

(Villanueva *et al.*, 2008)

## ¿COMO SELECCIONAR LAS ESPECIES?

Para seleccionar las especies, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

Utilizar especies nativas o adaptadas a las condiciones ecológicas de la zona.

Seleccionar las especies de acuerdo a los intereses ecológicos o de suministro de productos.

Evitar especies tóxicas para los animales domésticos y silvestres.

Seleccionar especies preferiblemente de uso múltiple (madera, leña, forraje).

Establecer especies que provean alimento y refugio a los animales silvestres.

(López *et al.*, 2019)

## TIPOS DE CERCAS VIVAS

**Cercas vivas simples:** Son plantaciones que tienen una o dos especies dominantes.

**Cercas vivas multi-estrato:** son plantaciones formadas por más de dos especies de diferentes alturas y usos (maderables, frutales, forrajeras, medicinales, ornamentales)

(Tobar e Ibrahim, 2010).

## MENEJO DE CERCAS VIVAS

**PODA:** Consiste en la eliminación del exceso de ramas principalmente ramas enfermas y secas, a fin de dar forma al tronco en especies para uso maderable y Producir forraje para animales domésticos.

**Raleos:** Consiste en aprovechar y/o eliminar algunos arboles cuando sus copas se juntan, con el objetivo de reducir la competencia por luz, agua y nutrientes del suelo, ayudar al rápido crecimiento de los arboles y lograr mayor calidad y rendimiento de madera y/o frutos.

(Avendaño y Acosta, 2000)

## ÁRBOLES CON ANTECEDENTES DE USO COMO CERCAS VIVAS

**Forestales:**

Aile-Sauco-Cedro-Enebro-Encinos-Pinos-Tepozán.

**Frutales:**

Ciruela-Tejocote-Naranja-Guayabo-Aguacate-Nuez

Avendaño y Acosta, 2000)

# ACAHUAL MEJORADO

## ¿QUE ES?

Es un sistema agroforestal en el que los terrenos utilizados para la agricultura migratoria durante sus períodos de descanso se enriquecen con especies maderables de alto valor, lo que posibilita la obtención de productos forestales sin generar sobreexplotación del ecosistema (Soto *et al.*, 2011).

## ¿COMO FUNCIONA?

Las especies maderables se establecen en la primera fase del acahual (antes de los cinco años), una vez que los árboles alcanzan su primer ciclo de corta son aprovechados y se repite el ciclo de siembra y cosecha (Figura 1).

(Tobar e Ibrahim, 2010).

## BENEFICIOS

- Aprovechamiento de recursos maderables y no maderables.
- Producción de alimentos en la fase de cultivo.
- Recuperación de la fertilidad del suelo así como diversos beneficios económicos, ambientales y sociales

(Soto *et al.*, 2011)

## ASPECTOS A CONSIDERAR

Este sistema se aplica en zonas en las cuales se utiliza el sistema de roza-tumba-quema, por lo cual los campesinos deben tener parcelas adicionales para la producción de maíz mientras los árboles crecen (al menos 30 cm de diámetro). Es adecuado en lugares con baja presión sobre el suelo, posesión legal del terreno, uso rotacional de la tierra y disponibilidad de tierra para cultivar maíz. No se recomienda en áreas con uso intensivo del suelo y parcelas pequeñas.

(López *et al.*, 2019)



Figura 1. Esquema del sistema de Acahual mejorado (Elaboración propia, Tlahuiltepa Hidalgo, 2024).

## SELECCIÓN DE ESPECIES

Algunos criterios que se utilizan para la selección de especies son:

Especies nativas, conocidas y preferidas por los productores.

Especies con alta capacidad de sobrevivencia, valor maderable, frutal o de uso múltiple.

Se sugieren especies que son resistentes a plagas y enfermedades y sin capacidad de convertirse en malezas.

# HUERTOS FAMILIARES

## ¿QUE SON?

Son áreas donde la composición de los árboles se ajusta a los intereses y necesidades específicas, sin modificar las características estructurales ni los procesos ecológicos propios del ecosistema, asegurando la conservación de los recursos vegetales locales y el conocimiento tradicional de la comunidad (Calles et al., 2019).

## ¿POR QUE IMPLEMENTAR HUERTOS FAMILIARES?

Este proceso de domesticación del paisaje forestal no solo involucra el diseño de la composición vegetal mediante la selección, domesticación y diversificación de especies para satisfacer necesidades locales, sino que también es un factor clave que influye en el proceso de sucesión o regeneración ecológica en zonas agrícolas en períodos de descanso (Cano-Contreras, 2015).

## ESTABLECIMIENTO DE HUERTOS FAMILIARES

Este tipo de sistemas se establece generalmente en áreas cercanas a las viviendas, mediante una transformación gradual de la milpa o a partir de un acahual joven de 2 a 3 años, con ligeros aclareos (eliminación de algunos árboles). En este proceso, se incorporan plantas de valor económico, como frutales, medicinales o especies maderables, respetando aquellas de rápido crecimiento que se utilizan para leña, artesanías, entre otros usos (Cano-Contreras, 2015).

## QUE ESPECIES UTILIAZAR

El objetivo final de estos sistemas agroforestales es el de crear diseños de paisaje en los que la mayoría, o todas, las especies de plantas sean útiles para los productores "árboles multipropósito".

La selección de especies vegetales es el resultado directo de factores ambientales como el clima, la precipitación pluvial, el relieve y, en general, la ubicación geográfica y las condiciones de la zona en que se establezca el huerto.

## HUERTOS FAMILIARES MAYAS

Los "solares mayas" son un tipo de huerto familiar tradicional donde el aprovechamiento y la conservación de los recursos se han llevado a cabo durante siglos. Estos sistemas de producción agrícola, de carácter familiar, involucran la participación de mujeres, hombres y niños en diversas tareas, como el cultivo, mantenimiento, producción, selección y almacenamiento de especies vegetales, así como la cría de algunos animales, con distintos fines de aprovechamiento.

Las plantas cultivadas, son seleccionadas por los habitantes mediante conocimientos heredados de generación en generación o adquiridos a través del intercambio de saberes con otras personas, ya sean locales o foráneas.

(Calles et al., 2019).

# REFORESTACIÓN

## ¿QUE ES?

Consiste en el establecimiento inducido de vegetación forestal en terrenos con vocación forestal y/o degradados.

## ¿POR QUE REFORESTAR?

Ayuda a restaurar los ecosistemas degradados y a conservar la biodiversidad, además desempeña un papel fundamental en el bienestar humano a largo plazo.

## CONSIDERACIONES ANTES DE REFORESTAR

1 Conocer el sitio a reforestar

2 Definir las especies

3 Preparar el sitio

4 Diseñar la plantación

5 Elegir la época adecuada

## ¿CÓMO REFORESTAR?

### Características de las plantas:

- Planta lignificada (una planta con tallo duro) y adaptada a las condiciones del sitio.
- Talla de 1 m de altura.
- Buen estado (libre de plagas y enfermedades).

### Especificaciones:

- Hacer un cajete (agujero) de 30 cm diámetro y profundidad.
- Distancia de 2 a 3 m entre cada planta.
- Cantidad: 1,100 árboles por hectárea.

### Mantenimiento y monitoreo:

- Riegos de auxilio cada tercer día durante las primeras semanas de establecimiento.
- Recajeteo (excavación de un hoyo o montículo de tierra alrededor de un árbol o arbusto).
- Abono
- Podas
- Deshierbes
- Reposición de árboles muerto

## SELECCIÓN DE ESPECIES

Especies nativas para reforestar:

• Aile-Enebro-Encinos-Pinos-Capulín-Madroño-Tepozán



# BIBLIOGRAFÍA

- Armenta, M. D. L. P. M., Pacheco, E. V., y Torres, S. M. M. (2011). Aprovechamiento tradicional de una especie protegida (*Litsea glaucescens* kunth) en " Sierra del Laurel", Aguascalientes, México. *Revista Ra Ximhai*, 7(2), 155-172.
- Avendaño-Reyes, S., y Acosta-Rosado, I. (2000). Plantas utilizadas como cercas vivas en el estado de Veracruz. *Madera y Bosques*, 6(1), 55-71.
- Bansi, H., Wina, E., Matitaputy, P. R., y Tufarelli, V. (2014). Evaluation of *Zapoteca tetragona* forage as alternative protein source in ruminants' feeding. *Italian Journal of Animal Science*, 13(1), 3213.
- Cano-Contreras, E. J. (2015). Huertos familiares: un camino hacia la soberanía alimentaria. *Revista pueblos y fronteras digital*, 10(20), 70-91.
- Casales, FG, Van der Watt, E., y Coetzer, GM (2018). Propagación de la nuez pecana (*Carya illinoensis*): una revisión. *Revista Africana de Biotecnología*, 17 (18), 586-605.
- Castroviejo, S. (2012). Flora ibérica: plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. 167-168.
- Chávez-Silva, F. (2019). Estudio farmacológico, toxicológico y químico preliminar de *Achillea millefolium* y *Plantago australis* como potenciales agentes antidiabéticos. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2009). *Ficha técnica de Cirsium raphilepis*.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2009). *Ficha técnica de Crataegus mexicana*.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2009). *Ficha técnica de Priva lappulacea*.
- Cortés, D. H., Villalobos, W. O., y Amador, M. A. Z. (2024). La Rehabilitación ecológica mediante plantas arbustivas y herbáceas en el sector este del Cerro Espíritu Santo, Naranjo, Costa Rica. *InterSedes*, 25(51).
- Costea, M., García-Ruiz, I., Dockstader, K., y Stefanović, S. (2013). More problems despite bigger flowers: Systematics of *Cuscuta tinctoria* clade (subgenus *Grammica*, *Convolvulaceae*) with description of six new species. *Systematic Botany*, 38(4), 1160-1187.
- Cruz-Gasca, I. E. (2018). "Evaluación de extractos y aceites esenciales de plantas del género *salvia* para el control de plagas agrícolas".
- Cuevas-Reyes, L. (2018). *Taxonomía de la familia Solanaceae en el municipio de Coacoatzintla, Veracruz, México* [Tesis de licenciatura], Universidad Veracruzana.
- Cuevas-Reyes, L. (2018). *Taxonomía de la familia Solanaceae en el municipio de Coacoatzintla, Veracruz, México* [Tesis de licenciatura], Universidad Veracruzana.
- Fraser-Jenkins, C. R. (2007). The species and subspecies in the *Dryopteris affinis* group. *Fern Gazette*, 18(1), 1.
- Gallego, M. J., Talavera, S., y Quintanar, A. (2012). *Cestrum*. S. TALAVERA, y al.(eds.) *Flora Iberica*, 11, 163-166.
- Garbisco, C., y Estrada, J. (2001). Sinopsis taxonómica de *Bomarea* Mirb. subgenero *Bomarea* (*Alstroemeriaceae*) para Venezuela. *Plantula*, 3(1), 11-39.
- García-Cruz, J., Saldaña, L. M. S., Machorro, R. J., Gómez, R. S., Herbario, A. M. O., y México, D. F. (2003). Flora del Bajío y de regiones adyacentes. *Orchidaceae*, tribu *Epidendreae*, Herbario AMO, Fascículo, 119.
- Guillén-Meléndez, G. A. (2021). Análisis del efecto citotóxico in vitro de extractos de *Acalypha monostachya* sobre líneas celulares tumorales humanas (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Gutiérrez-Guzmán, A.S. (2021). Plantas Medicinales de Chichinautzin. *El Tlacuache*, Núm. 995. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Mexico, 1-6.

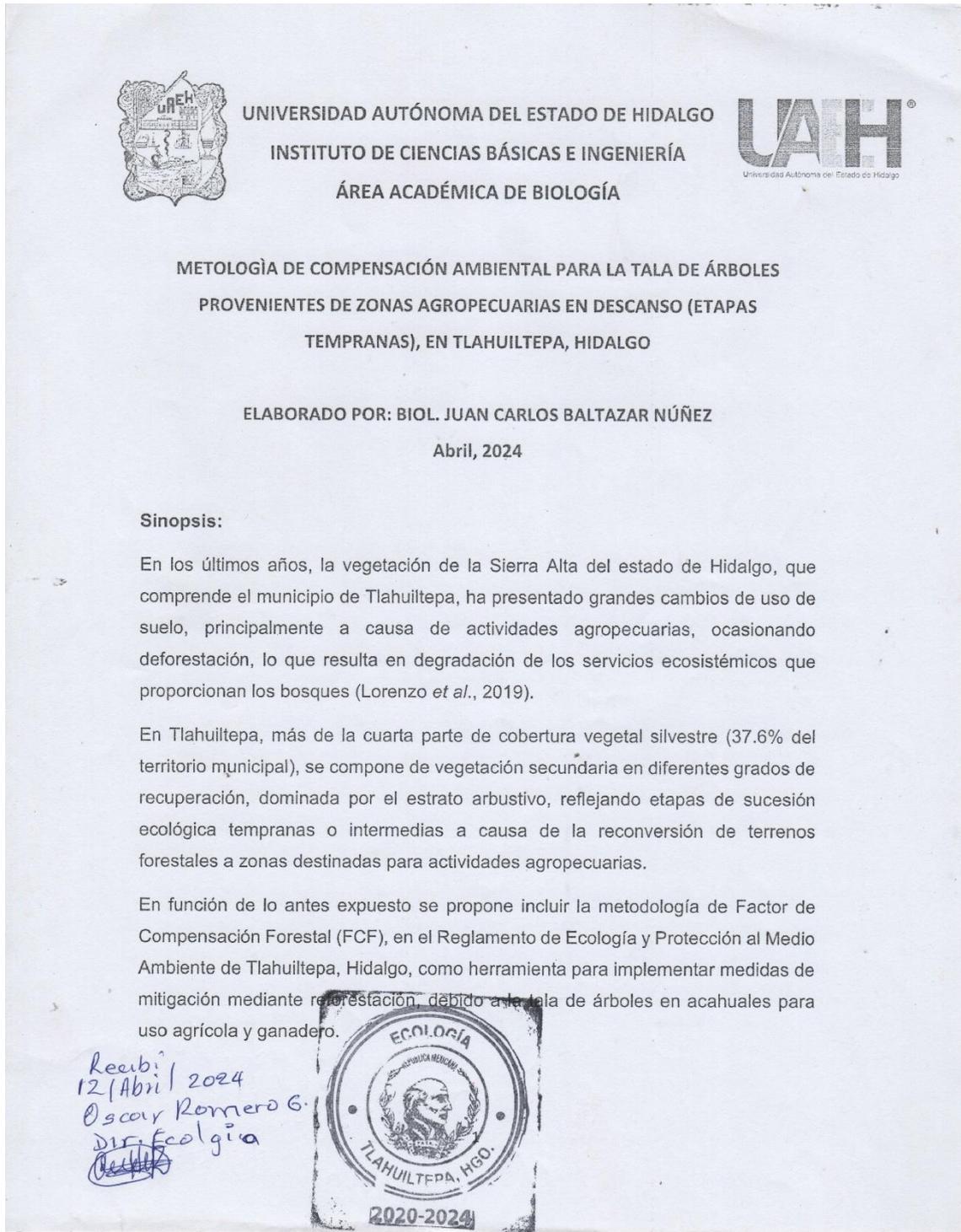
- Herrera-Ruiz, M., Román-Ramos, R., Zamilpa, A., Tortoriello, J., y Jiménez-Ferrer, J. E. (2008). Flavonoids from *Tilia americana* with anxiolytic activity in plus-maze test. *Journal of Ethnopharmacology*, 118(2), 312-317.
- Jahan, S., Nesa, M., Hossain, M. E., Rajbangshi, J. C., y Hossain, M. S. (2022). In vivo and in silico evaluation of analgesic and hypoglycemic activities of *Amaranthus blitum* L. *South African Journal of Botany*, 150, 565-575.
- Loewe-Muñoz, V., y González Ortega, M. (2001). Nogal común (*Juglans regia*): una alternativa para producir madera de alto valor.
- López, M., Mena, M., y Hoek, R. V. D. (2019). Sistemas Silvopastoriles: Un enfoque alternativo de manejo de áreas de pastoreo para adaptación y mitigación de sistemas ganaderos ante el cambio.
- Luis, G. M., Hernández, B. R. H., Caballero, V. P., López, N. G. T., Espinoza, V., y Pacheco, L. R. (2018). Usos actuales y potenciales del Amaranto (*Amaranthus spp.*). *Journal of Negative and No Positive Results: JONNPR*, 3(6), 423-436.
- Luna-Ríos, A. (2015). *Estudio de la actividad antifúngica in vitro de los extractos acuosos de Rhus virens y Rhus muelleri contra Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici y evaluación química de plantas* (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Martínez, M., Poirrier, P., Chamy, R., Prüfer, D., Schulze-Gronover, C., Jorquera, L., y Ruiz, G. (2015). *Taraxacum officinale* and related species an ethnopharmacological review and its potential as a commercial medicinal plant. *Journal of Ethnopharmacology*, 169, 244-262.
- Martínez, O. G., y Novara, L. (1996). *Selaginellaceae*. *Aportes Botánicos de Salta-Serie Flora*, 4(17), 1-11.
- Martínez-Imamura, E. J. (2021). Evaluación de la actividad antiinflamatoria y citotóxica in vitro de *Lepidium virginicum* L. (*Brassicaceae*).
- Mendoza-Aponte, P. C. (2017). Factibilidad para la producción y comercialización de hoja santa (*Piper auritum*) y subproductos en Huatusco, Veracruz.
- Montejano-Rodríguez, J. R., y Almaguer-Vargas, G. (2023). Tamizaje fitoquímico del extracto etanólico de *Prunella vulgaris* L. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 11(22), 33-39.
- Moreno Calles, A. I., Casas, A., Toledo, V. M., & Vallejo Ramos, M. (Comps.). (2019). *Etnoagroforestería en México*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Muñoz-Garmendia, F. Navarro, C. Quintanar, A. y Buria, A. (eds.). (2015). *Flora Iberica 9 (Rhamnaceae- Polygalaceae)*. P. 381-405.
- Nana, F. W., Hilou, A., Millogo, J. F., y Nacoulma, O. G. (2012). Phytochemical composition, antioxidant and xanthine oxidase inhibitory activities of *Amaranthus cruentus* L. and *Amaranthus hybridus* L. extracts. *Pharmaceuticals*, 5(6), 613-628.
- Paiva, J., y Castroviejo, S. (1993). LXIV. *Urticaceae*. *Flora Iberica: plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol. III: Plumbaginaceae (partim)–Capparaceae*, 262-268.
- Palá, P. J. (2004). Contribución al conocimiento de los aceites esenciales del género "*Eryngium*" L, en la Península Ibérica.
- Pérez-Álvarez, S., Ávila-Quezada, G., y Coto-Arbelo, O. (2015). El aguacatero (*Persea americana* Mill). *Cultivos Tropicales*, 36(2), 111-123.
- Rajput, M. S., Nair, V., Chauhan, A., Jawanjal, H., y Dange, V. (2011). Evaluation of antidiarrheal activity of aerial parts of *Vinca major* in experimental animals. *Middle East Journal of Scientific Research*, 7(5), 784-788.
- Rangel, S. R., Rodríguez, S. A., y Zenteno, E. C. R. (2003). *Buddleja cordata hbk ssp. cordata (buddlejaceae)*: Propagación y anatomía de la madera. *Polibotánica*, (16), 63-77.
- Romero-Sánchez, I., Peña-Valdivia, C. B., García-Esteva, A., y Aguilar-Benítez, G. (2020). Caracterización seminal y del desarrollo de *Oenothera rosea* L'Hér. ex Ait. en invernadero. *Polibotánica*, (50), 47-66.
- Rzedowski, G. C. (1988). Algunas consideraciones acerca de la familia Iridaceae en el Valle de México. *Acta Botánica Mexicana*, (1), 21-27.

- Schmidt-Durán, A., Rodríguez-Monroy, M., y Acosta-Montoya, O. (2024). *La mora tropical de altura (Rubus adenotrichos Schltdl.) como potencial alimento funcional: una mirada a las investigaciones realizadas*. Revista Tecnología en Marcha, ág-128.
- Schmitzer, V., Veberic, R., y Stampar, F. (2012). *European elderberry (Sambucus nigra L.) and American Elderberry (Sambucus canadensis L.): Botanical, chemical and health properties of flowers, berries and their products. Berries: properties, consumption and nutrition*, 127-148.
- Sombra-Argüelles, V. I. (2019). Actividad antifúngica de *Pseudognaphalium luteoalbum* (L.) Hilliard y BL Burttt (master's thesis).
- Soto-Pinto, L., Anzueto-Martínez, M., y Quechulpa, S. (2011). El acahual mejorado un prototipo agroforestal. Ecosur y REDISA. San Cristóbal de Las Casas. *Chiapas. México*.
- Stewart, A. J. (2021). Horticultural and ecophysiological studies of *Ptelea trifoliata* and *Ptelea crenulata* (Doctoral dissertation, Iowa State University).
- Téllez-Mazzocco, D. (2006). *Delimitación de especies del género Thalictrum (Ranunculaceae) del centro de México con base en caracteres morfológicos y moleculares* [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo].
- Thiede, J. (2016). A review of *Agave mitis* (Asparagaceae/Agavaceae). *Bradleya*, 34, 200-216.
- Tobar, D. E., y Ibrahim, M. (2010). ¿ Las cercas vivas ayudan a la conservación de la diversidad de mariposas en paisajes agropecuarios?. *Revista de biología tropical*, 58(1), 447-463.
- Van Der Werff, H. y Lorea, F. (1997). *Flora del Bajío y de regiones adyacentes*. Familia *Lauraceae*: Fascículo, 56, 1-58.
- Villanueva, C., Ibrahim, M., y Casasola, F. (2008). Valor económico y ecológico de las cercas vivas en fincas y paisajes ganaderos. *Serie Técnica. Informe Técnico*.
- Weimann, C., Göransson, U., Pongprayoon-Claeson, U., Claeson, P., Bohlin, L., Rimpler, H., y Heinrich, M. (2002). Spasmolytic effects of *Baccharis conferta* and some of its constituents. *Journal of pharmacy and pharmacology*, 54(1), 99-104.
- Werres, S., Marwitz, R., In't Veld, W. A. M., De Cock, A. W., Bonants, P. J., De Weerd, M., y Baayen, R. P. (2001). *Phytophthora ramorum* sp. nov., a new pathogen on *Rhododendron* and *Viburnum*. *Mycological Research*, 105(10), 1155-1165.
- Zamengo, H. B., Moggi, V. Y., Torres, R. B., Da-Silva, P. R., y Leme, F. M. (2021). Morfología comparada de diez taxones del género *Celtis* (Cannabaceae) del Cono Sur Sudamericano. *Darwiniana, nueva serie*, 9(1), 217-244.

Tlahuiltepa, Hidalgo, México, 2024.



**Anexo 7. "Sistema de compensación ambiental para la tala de árboles en zonas agropecuarias en descanso (etapas tempranas), en Tlahuiltepa, Hgo.**



Acuse de recibido por parte del área de Ecología del H. Ayuntamiento de Tlahuiltepa, Hidalgo, México.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**

**INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA**

**ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**SISTEMA DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL PARA LA  
TALA DE ÁRBOLES EN ZONAS AGROPECUARIAS EN  
DESCANSO (ETAPAS TEMPRANAS), EN TLAHUILTEPA,  
HIDALGO.**

Biól. Juan Carlos Baltazar Nuñez

Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.

Julio, 2025.

## Introducción

En los últimos años, la vegetación de la Sierra Alta del estado de Hidalgo, que incluye el municipio de Tlahuiltepa, ha experimentado grandes cambios en el uso del suelo, principalmente debido a actividades agropecuarias. Esto ha determinado la pérdida de su cobertura vegetal por deforestación y ha ocasionado la degradación de los servicios ecosistémicos que proporcionan en esos bosques (Lorenzo *et al.*, 2019).

En Tlahuiltepa, más de la cuarta parte de la cobertura vegetal silvestre (31.2% del territorio municipal) está compuesta por vegetación secundaria en diferentes grados de recuperación, dominada por el estrato arbustivo. Esto refleja etapas de sucesión ecológica temprana o intermedia debido a la reconversión de terrenos forestales en zonas destinadas a actividades agropecuarias (INEGI, 2022).

En función de lo anteriormente expuesto, se propone incluir el presente método de Factor de Compensación Forestal ( en adelante FCF) en el Reglamento de Ecología y Protección al Medio Ambiente de Tlahuiltepa, Hidalgo. Este método podría aplicarse a la tala de árboles en acahuales destinados a la agricultura y ganadería, funcionando como un mecanismo legal para implementar medidas de mitigación a través de la reforestación.

## Exposición de motivos

La extensión de tierra ocupada por el sector agropecuario en el estado de Hidalgo es significativa, estimándose una superficie de 1.04 millones de hectáreas (52.8% del área rural), que son destinadas al cultivo de plantas o cría de animales. De esta superficie, 513,248 ha corresponden a terrenos con vocación agrícola, lo que representa el 88.1% de la superficie sembrada y el 11.9% de la superficie no sembrada. De estas últimas, 37,799 ha están reportadas en descanso para recuperar las condiciones productivas del suelo y 22,823 ha no se siembran debido a mal temporal, falta de recursos, apoyos, mano de obra, entre otras causas externas a los periodos de descanso (INEGI, 2021).

La extensión de tierra ocupada por el sector agropecuario en el estado de Hidalgo es significativa, estimándose una superficie de 1.04 millones de hectáreas (52.8% del área rural), que son destinadas al cultivo de plantas o cría de animales. De esta superficie, 513,248 ha corresponden a terrenos con vocación agrícola, lo que representa el 88.1% de la superficie sembrada y el 11.9% de la superficie no sembrada, de estas últimas 37,799 están reportadas en descanso para recuperar las condiciones productivas del suelo y 22,823 ha no se siembran debido a mal temporal, falta de recursos, apoyos, mano de obra, entre otras causas externas a los periodos de descanso) (INEGI, 2021)."

En Tlahuiltepa, Hidalgo, la agricultura es la principal actividad primaria, abarcando 13,252.12 ha de superficie total (Censo Agropecuario del Estado de Hidalgo, INEGI, 2022). En este sitio, el sistema de Roza, Tumba y Quema ( en adelante RTQ) es la práctica más utilizada para estos fines. Este sistema está basado en la alternancia de períodos de descanso para recuperar la fertilidad del suelo, lo que produce comunidades vegetales secundarias de tipo herbáceo, arbustivo y arbóreo (Rivera-Ospina, 2019). En Tlahuiltepa, según el grado de madurez de estas comunidades, se les denomina localmente como "barañal", "montecito" y "palizada" al referirse a la vegetación secundaria temprana dominada por herbáceas y arbustos, y como "chaparral" o "mixcahual" para describir la vegetación secundaria dominada por el estrato arbustivo y arbóreo. En ambos casos, estos términos se refieren a los "acahuales" o "barbechos", definidos por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (en adelante LGDFS) como una "asociación vegetal que se ubica en terrenos de uso agropecuario y tradicional, que recupera la cobertura vegetal en sus períodos de descanso debido al proceso de sucesión ecológica, y que presenta diferencias en composición, tamaño o densidad con respecto a selvas y/o bosques, como se definen en la presente Ley, y que pueden utilizarse para el desarrollo de actividades silvícolas" (LGDFS, 2022).

Actualmente, el aprovechamiento de los acahuales está regulado por la LGDFS a través de la Sección Octava, titulada "Del Aviso de Registro de Acahuales y Aprovechamiento de Recursos Forestales Provenientes de Acahuales". Esta sección, compuesta por 17 artículos y transitorios, establece el procedimiento para

registrar y solicitar autorización para el aprovechamiento de recursos forestales provenientes de acahuales. Sin embargo, se identifican vacíos en la regulación legal de los acahuales, ya que no se establecen lineamientos jurídicos específicos que contemplen la tala de árboles para uso doméstico. Esto es especialmente relevante considerando que, en México, cerca del 75% de los bosques pertenecen a ejidos y comunidades, quienes desempeñan un papel fundamental en su manejo y aprovechamiento.

En la zona, los propietarios de terrenos forestales ven los acahuales como un recurso potencialmente productivo, principalmente a través de la comercialización de productos maderables. Sin embargo, en diversas zonas rurales, estos ecosistemas son la principal fuente de autoabastecimiento de madera y productos no maderables. Por esta razón, algunos propietarios no consideran necesario ajustarse a la normativa que regula los acahuales, ya que puede resultar en una serie de obstáculos legales que limitan su aprovechamiento y manejo, especialmente en lo que respecta a la extracción de madera para la obtención de leña y postes de construcción, como resultado del sistema de RTQ (Mendoza *et al.*, 2020).

El municipio de Tlahuiltepa, Hidalgo, cuenta actualmente con un Reglamento de Ecología y Protección al Medio Ambiente Municipal vigente, aprobado por el Cabildo. Este reglamento, en su artículo 7, Título Segundo - Política Ambiental; Capítulo I - Disposiciones Generales, establece que: "Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique, reinvertiendo los recursos en la propia restauración del daño. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales."

Considerando que los acahuales son resultado de procesos de pérdida de cobertura vegetal que causan deforestación, pero que, a su vez, representan un gran potencial de servicios ecosistémicos para las comunidades que los manejan, es fundamental contar con instrumentos legislativos y técnicos, que ayuden a mantener un equilibrio

entre su aprovechamiento y conservación, para contrarrestar los impactos causados por la tala de árboles para uso agropecuario.

### Marco legal

La presente propuesta se sustenta en la Ley de Participación Ciudadana para el Estado de Hidalgo, la cual establece en su Capítulo 1, artículo 4°, que “los ciudadanos del Estado de Hidalgo podrán presentar iniciativas de leyes, como lo señala la Constitución Política del Estado de Hidalgo, en su artículo 5: ‘La Ley Orgánica del Poder Legislativo determinará el trámite que deba darse a las referidas iniciativas’.

Así mismo, está sustentada en las facultades conferidas al H. Ayuntamiento para legislar en todo lo referente al equilibrio ecológico y la protección al ambiente del municipio de Tlahuiltepa, como lo establece el Artículo 115 fracción II de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; los Artículos 115, 116 y 141 fracción II de la Constitución Política del Estado de Hidalgo; y los Artículos 56 fracción I y 60 de la Ley Orgánica Municipal del Estado de Hidalgo.

*Normas y Leyes que establecen los lineamientos para el manejo y aprovechamiento forestal:*

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento (LGDFS)
- Norma Oficial Mexicana NOM-152-SEMARNAT-2023
- Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Hidalgo y su Reglamento
- Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo.

Para efectos de la presente propuesta se tomaron como base instrumentos legislativos, federales, estatales y municipales, aplicables al sector forestal y participación ciudadana (Figura1).

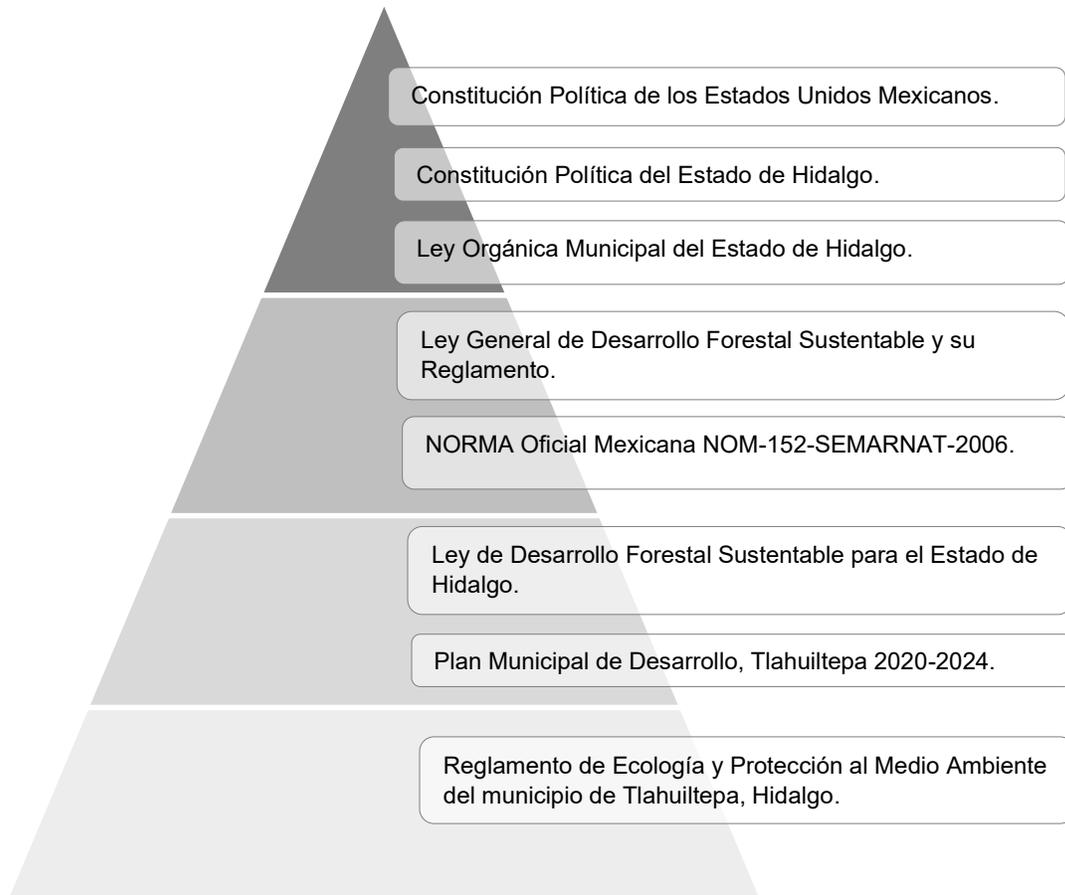


Figura 1. Marco legal aplicable para el presente sistema de compensación ambiental (Elaboración propia basada en la metodología de pirámide de Kelsen; Galindo-Soza, 2018).

## Objetivo

Brindar a las autoridades municipales del H. Ayuntamiento de Tlahuiltepa, Hidalgo, México, un instrumento legislativo enfocado en la compensación ambiental, con el fin de reducir, mitigar y regular los efectos de la pérdida de cobertura vegetal ocasionada por el cambio de uso de suelo debido a actividades agrícolas y ganaderas en los bosques bajo su jurisdicción.

## Metodología

Esta investigación se basa en la propuesta de Factor de Compensación Forestal (FCF) la cual, es una modificación de la metodología descrita por la Corporación

Autónoma Regional de Cundinamarca, Colombia (2019), aceptada como herramienta técnica para el cumplimiento de medidas de compensación en dicha región mediante la resolución 3093 (Diario Oficial Nacional de Colombia, 2019).

La metodología del FCF se percibe como un instrumento eficaz para determinar el número de árboles a compensar, ya que se fundamenta en información primaria registrada y verificada mediante validación técnica en campo. Esta metodología contempla criterios y variables específicas para los ecosistemas más representativos de los acahuales de Tlahuiltepa, Hidalgo, así como las características de las especies a talar, permitiendo así determinar el grado de importancia de acuerdo con su tipo de cobertura vegetal, estado de sucesión, importancia ecológica o económica, categoría de riesgo, endemismo, entre otros.

La metodología mencionada presenta la ventaja de asegurar y dar seguimiento a la recuperación de masa forestal mediante actividades de reforestación, en comparación con otras metodologías que utilizan compensaciones económicas mediante las denominadas “tasas de compensación”.

Con base en lo antes mencionado, se propone adoptar la metodología del FCF (Figura 2), como un instrumento accesible y útil para implementar medidas de compensación en caso de tala de árboles para uso doméstico en zonas agropecuarias en descanso en etapas tempranas de sucesión ecológica, en cumplimiento con lo establecido en el Artículo 7, Título Segundo, Política Ambiental; Capítulo I, Disposiciones Generales, del Reglamento de Ecología y Protección al Medio Ambiente del municipio de Tlahuiltepa, Hidalgo.

#### *Consideraciones a la metodología*

Las medidas de compensación forestal en acahuales se sujetarán como mínimo, a las siguientes condicionantes:

- 1) La presente metodología se aplicará exclusivamente a zonas agropecuarias en descanso en etapas tempranas (de 1 a 12 años; Rojas *et al.*, 2023) y en aquellos casos en los que el aprovechamiento sea de más de 10 árboles. Asimismo, la notificación se emitirá únicamente para el aprovechamiento

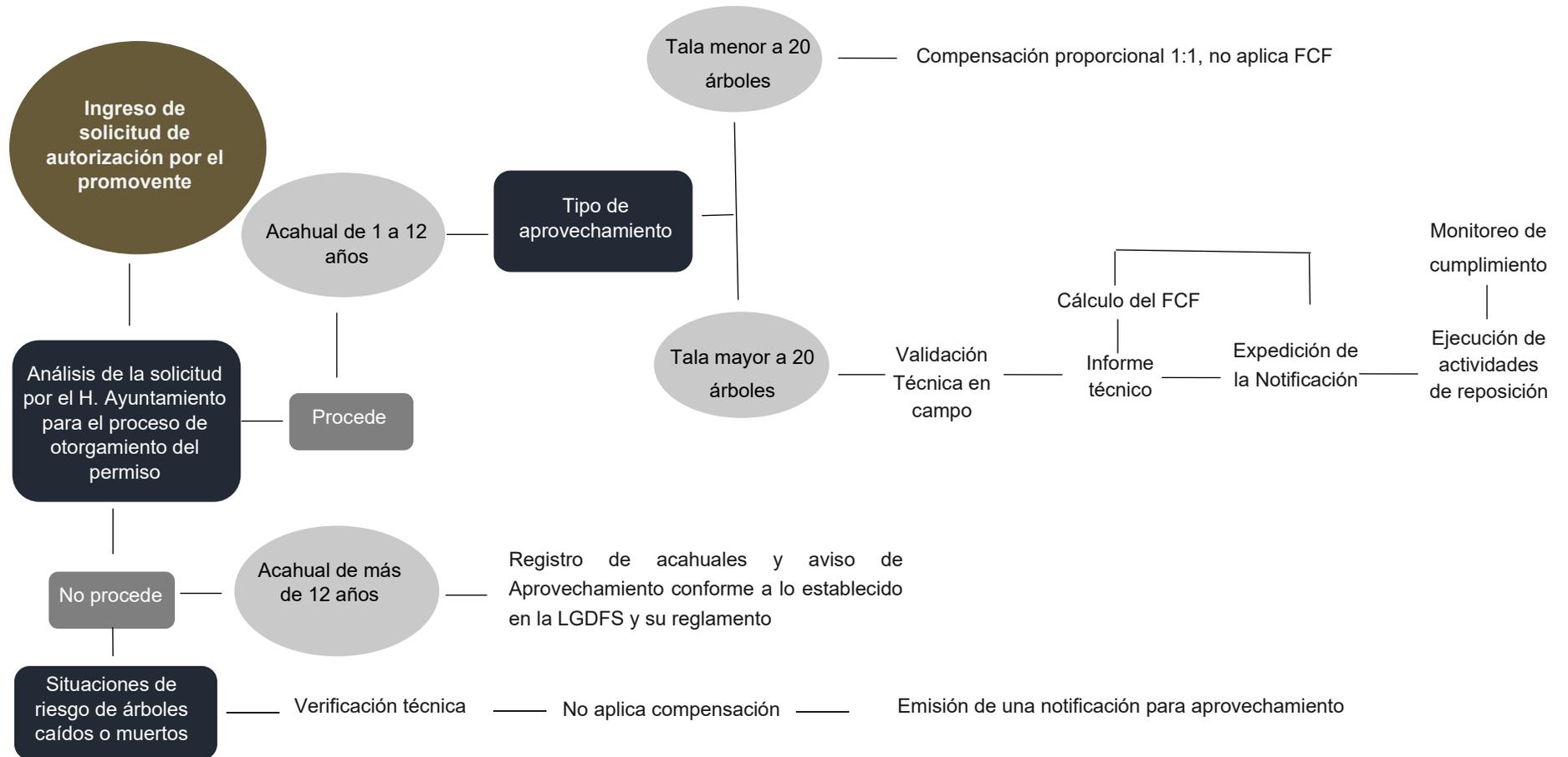
doméstico, definido por la LGDFS como "el aprovechamiento, sin propósitos comerciales, de los recursos forestales extraídos del medio natural en el que se encuentran, para usos rituales o para satisfacer las necesidades de energía calorífica, vivienda, aperos de labranza y otros usos en la satisfacción de necesidades básicas en el medio rural".

- 2) Las autoridades municipales serán las responsables de la validación técnica en campo para cuantificar las medidas de compensación por tala de árboles, por lo cual se sugiere gestionar la capacitación necesaria para el personal encargado de realizar las validaciones técnicas.
- 3) Las mismas autoridades municipales emitirán el informe técnico de evaluación el cual deberá incluir la medida de compensación (Es decir, cuánto compensar) y un análisis de las características del ecosistema considerando durante la validación técnica en campo. Esto permitirá determinar si la metodología FCF es aplicable o si se requiere un programa de compensación conforme a lo establecido en los instrumentos jurídicos en materia ambiental aplicables, tanto federales como estatales (Figura 1).
- 4) El propietario es responsable de seleccionar la zona para llevar a cabo las medidas de compensación mediante reforestación con especies nativas. Esta zona debe tener características ecológicas, ambientales y de biodiversidad similares a las de la zona afectada. Además, el propietario tiene la obligación de dar seguimiento y mantenimiento a los árboles plantados durante un mínimo de tres años con un porcentaje de sobrevivencia del 90%.
- 5) Se considera "uso doméstico" el aprovechamiento de hasta 10 árboles y, por lo tanto, no requiere autorización, según lo establecido en el Artículo 33 del Reglamento de la LGDFS: "El aprovechamiento de recursos y materias primas forestales para uso doméstico no requerirá autorización, salvo en los casos que se especifiquen en las normas oficiales mexicanas u otras disposiciones aplicables, y será responsabilidad del dueño o poseedor del predio en cuestión", Asimismo, los lineamientos jurídicos del Reglamento de la LGDFS establecen en su Art. 33 que la leña para uso doméstico debe

provenir de arbolado muerto, desperdicios de cortas silvícolas, limpieza de monte, poda de árboles y poda de especies arbustivas. Sin embargo, es necesario notificar al H. Ayuntamiento para su validación. En cuanto al aprovechamiento de hasta 20 árboles, se requerirá como mínimo la reposición de los individuos removidos (relación 1:1), con un porcentaje de supervivencia del 100%.

- 6) Los árboles para reforestar deberán ser preferentemente de la especie que antes haya sido aprovechada y debe tener una talla mínima de 70 a 90 cm de altura, presentar excelente estado fitosanitario y estar debidamente lignificados y desarrollados.
- 7) Para los individuos arbóreos que se encuentren caídos o muertos, no se debe aplicar la metodología del FCF, ya que estos árboles se consideran material combustible que puede promover incendios y situaciones de riesgo humano, conforme al Art. 58 del Reglamento de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Hidalgo. Sin embargo, el Art. 35 determina que la poda de arbustos y árboles para la obtención de leña para uso doméstico no podrá realizarse en organismos que sirvan como refugio temporal o permanente de fauna silvestre.
- 9) Se sugiere el asesoramiento y acompañamiento al compensador por parte del personal encargado del procedimiento y seguimiento de la solicitud.

Figura 2. Esquema del proceso de evaluación y aplicación del Factor de Compensación Forestal por aprovechamiento forestal en terrenos en descanso de uso agropecuario “acahual”. Fuente, elaboración propia.



## Calculo o desarrollo de la metodología FCF

El FCF establece la cantidad de árboles a plantar, tomando en cuenta cuatro variables clave: el tipo de vegetación afectada, la etapa sucesional en la que se encuentra, así como la importancia y procedencia de cada especie solicitada para tala. A cada una de estas variables se le asigna un valor, basado en los ecosistemas más representativos de Tlahuiltepa, Hidalgo. Entre estos ecosistemas se incluyen bosques de Quercus-Pinus, bosque mesófilo de montaña, matorral xerófilo y bosque de táscate (Ramírez *et al.*, 2017).

El número de árboles a plantar mediante reforestación se calcula considerando el número de árboles por especie autorizados para derribo y el factor de compensación forestal por especie, aplicando la siguiente fórmula:

$$N^{\circ}Ac = \sum(Ni^{\circ} Sp1 * FCF, + \dots Ni^{\circ} Spn * FCF)$$

Donde:

**N°Ac**= Número de árboles a compensar

**Ni° Sp1**= Número de árboles a intervenir por especie

**FCF** = Factor de compensación Forestal, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$FCF = \sum(CV + ES + I + P)$$

Donde:

**CV** = Cobertura vegetal (Valores entre 1 y 3)

**ES** = Etapa de sucesión (Valores entre 1 y 3)

**I** = Importancia (Valores entre 1 y 3)

**P** = Procedencia (Valores entre 1 y 3)

En la fórmula anterior, la variable de Cobertura Vegetal (CV) establece el tipo de vegetación en el que se encuentran los individuos de cada especie arbórea susceptibles a derribo en Tlahuiltepa, Hidalgo, México (Tabla 1).

Tabla 1. Valor que debe tomar la variable cobertura vegetal en la fórmula del Factor de Compensación Ambiental en árboles localizados en Tlahuiltepa, Hidalgo, México.

Cobertura vegetal	Valor
Bosque mesófilo de montaña	3
Bosque tropical perennifolio o Bosque de <i>Pinus-Quercus/Quercus-Pinus</i>	2
Otros tipos de vegetación	1

La superficie que ocupa la vegetación silvestre en Tlahuiltepa representa el 83.1% del territorio total del municipio; sin embargo, solo el 37.3% corresponde a bosque primario, mientras que el 62.7% se relaciona con vegetación secundaria. El bosque mesófilo de montaña ocupa el 22.1% del territorio municipal, con 11,645 ha, de las cuales el 41.1% (4,783.3 ha) corresponde a vegetación primaria y el 58.9% (6,861.9 ha) a vegetación secundaria, dominada por el estrato arbustivo (INEGI, 2021). Esta proporción, es decir, más vegetación secundaria que primaria, evidencia la pérdida de bosque mesófilo de montaña primario debido al cambio en el uso del suelo para el sector agropecuario, lo que genera un ecosistema frágil y con altos niveles de amenaza (Lorenzo *et al.*, 2019). Por esta razón, se le asignó el valor más alto de los valores mostrados en la Tabla 1.

Las diferentes asociaciones de *Pinus-Quercus* suman 21,335.3 ha, equivalentes al 40.5% del territorio municipal. De estas, el 40% (8,652 ha) corresponde a bosque secundario, debido a la expansión agrícola y ganadera (INEGI, 2021). Estos ecosistemas son de gran importancia para las comunidades humanas, ya que proporcionan productos para autoconsumo, especies forestales y servicios ecosistémicos. Por ello, se les asignó un valor de 2 (Tabla 1).

El valor más bajo se asignó a la cobertura denominada "otras asociaciones", compuesta mayormente por matorral submontano y, en menor medida, por matorral crasicaule y bosque de táscate. Este tipo de asociaciones ocupa 10,814.7 ha del

área territorial municipal y se distribuye en pequeños fragmentos aislados, por lo que no se consideran ecosistemas representativos de Tlahuiltepa (INEGI, 2021).

Por su parte, los valores asignados en la variable "Etapa de sucesión" (E) se fundamentan en los años de descanso acumulados del área a intervenir, considerando el tiempo transcurrido desde la última tala, asignando valores que van del 1 al 3 (Tabla 2).

Tabla 2. Valor que debe tomar la variable etapa de sucesión en la fórmula del Factor de Compensación Ambiental en árboles localizados en Tlahuiltepa, Hidalgo, México.

<b>Etapa sucesional (edad del acahual)</b>	<b>Valor</b>
Tardía temprana (de 9 a 12 años)	3
Temprana Intermedia (5 a 8 años)	2
Temprana inicial (1-4 años)	1

Los años de descanso del terreno susceptible a autorización para la tala de árboles se definirán mediante la validación en campo de las características para cada una de las tres etapas sucesionales que se describen en la Tabla 3.

Desde el enfoque del suministro de alimentos, medicinas y productos forestales, así como de servicios ambientales importantes como la formación del suelo, la recarga de mantos freáticos y el almacenamiento de carbono, se ha evidenciado que la vegetación secundaria mantiene una variabilidad en su capacidad productiva acorde con su etapa sucesional (Gama *et al.*, 2003). Así, conforme aumenta el período de descanso en acahuals, se observa un incremento en el número de especies útiles dominantes, como las especies leñosas, que desempeñan un papel fundamental en la recuperación del suelo en acahuals, así como un aumento en las especies aprovechadas (Levy *et al.*, 2000).

Tabla 3. Características de las etapas sucesionales tempranas de zonas en descanso (Contreras *et al.*, 2015; Kumar y Mina, 2018; Connell *et al.*, 19977; Smith y Smith, 2007).

Etapa sucesional	Años de descanso	Estrato dominante	Diámetro de árboles d.a.p. (cm)	Altura (m)	Características del ecosistema
Temprana inicial	1-4	herbáceo	menos de 5 cm	menos de 1 metro	Esta primera etapa de sucesión se caracteriza por la abundancia de brotes de plantas pioneras en los tres estratos (herbáceo, arbustivo y arbóreo), predominando el estrato herbáceo y plantas perennes.
Temprana Intermedia	5-8	herbáceo y Arbustivo	5 a 9 cm	1 a 3 m	En esta fase El estrato herbáceo puede seguir dominando, pero ya se empiezan a observar arbustos y árboles jóvenes que proporcionan una estructura más compleja al ecosistema.
Tardía Temprana	9-12	Arbustivo y Arbóreo	10 a 20 cm	4 a 7 m	La vegetación está dominada por especies perennes, tanto arbóreas como arbustivas, que son longevas y ocupados en su mayoría para construcción y leña.
* Es importante considerar que, cuando la zona a evaluar esta dominada por especies arbóreas de rápido crecimiento (caracterizadas por presentar altas tasas de incremento de diámetro superiores a 1 cm/año, rápido desarrollo de altura y una corta longevidad), el criterio más adecuado para determinar la etapa de sucesión es el número de años de descanso o abandono del terreno.					

De acuerdo con los resultados obtenidos por Infante y Arce (2015) sobre el uso de acahual en la Zona Maya de Quintana Roo, se demostró que "los acahual de veinte años o más" fueron los espacios donde se identificaron más servicios ecosistémicos ecológicos y de provisión. Sin embargo, el acahual de cinco a diez años proporciona leña para uso doméstico. De esta manera, cuanto mayor sea el tiempo de descanso del acahual, mejor será la productividad de las especies aprovechadas por los pobladores.

Los rangos de edad se definieron considerando una edad máxima de 12 años para la autorización de la tala de árboles en zonas de uso agropecuario. Para zonas con rangos superiores a 12 años, es necesario apearse a lo dispuesto por la LGDFS y su reglamento federal y estatal.

Respecto a la variable de Importancia (I), esta se basa en el valor obtenido al validar información referente a categorías de riesgo, endemismo y características

ecológicas y económicas de cada especie a derribar, asignando un valor de entre 1 y 3 (Tabla 4).

Tabla 4. Valor que debe tomar la variable Importancia según la especie vegetal considerada en la fórmula del Factor de Compensación Ambiental en árboles localizados en Tlahuiltepa, Hidalgo, México.

Importancia	Valor
Amenazada y/o endémica	3
De gran importancia ecológica y económica	2
Comunes	1

Considerando el origen y la naturaleza de la especie se definen tres valores en la variable de **Procedencia (P)** (Tabla 5).

Tabla 5. Valor que debe tomar la variable Procedencia según el origen de la especie vegetal considerada en la fórmula del Factor de Compensación Ambiental en árboles localizados en Tlahuiltepa, Hidalgo, México.

Procedencia	Valor
Nativa	3
Exótica	2
Invasora	1

Los valores de la variable de Procedencia (P) se definieron en función de la importancia de conservar especies nativas, refiriéndose a los taxones que habitan dentro de su rango de distribución natural, ya sea pasado o presente. Se ha documentado que el uso de especies nativas genera cambios positivos en la fertilidad del suelo, un incremento espontáneo en la abundancia de otras plantas silvestres locales y un aumento considerable de la fauna nativa (Heiland, 2021).

En cuanto a las especies exóticas, se definen como taxones que se encuentran fuera de su distribución natural, pasada o presente, incluyendo cualquier parte de ellas, como gametos, semillas, huevos o propágulos. Aunque algunas especies exóticas tienen importancia económica para usos maderables y no maderables en el desarrollo de las comunidades. Estas especies se consideran potencialmente amenazantes, ya que pueden generar un desequilibrio ecológico en los ecosistemas (Gutiérrez-Bonilla, 2017).

En algunos casos, las especies introducidas por el ser humano en ecosistemas naturales son consideradas especies invasoras, catalogadas como agentes de cambio que pueden modificar la estructura ecosistémica y causar impactos ambientales, económicos o de salud pública negativos, razón por la cual a esta variable se le asignó el valor más bajo (Gutiérrez-Bonilla, 2017).

#### Proceso administrativo

A continuación, se describe el proceso correspondiente para la aplicación del sistema de compensación ambiental propuesto:

**1. Ingreso de solicitud:** Escrito libre por parte del promovente dirigido al H. Ayuntamiento Municipal, el cual debe de contener la siguiente información:

- Exposición de motivos de la solicitud
- Cantidad de árboles a talar
- Descripción general del sitio (ubicación con coordenadas, tipo de vegetación, topografía, tipo de aprovechamiento destinado para los árboles talados, fecha del último desmonte para uso agropecuario)
- Anexo de última notificación expedida para tala si es el caso
- Anexo de copia de documento legal de posesión del predio
- Anexo de copia INE
- Anexo fotográfico del sitio
- Contacto (correo electrónico o número telefónico)
- Nombre y firma del promovente

\*Se sugiere el asesoramiento de un técnico responsable de la elaboración de la solicitud y seguimiento del proceso.

## **2. Evaluación de la solicitud**

1) Análisis de gabinete (lo que debe contemplar uso de imágenes satelitales para determinar la ubicación del predio, análisis de características de topografía, tipo de vegetación, presencia de cuerpos de agua y análisis de congruencia con el Ordenamiento Ecológico Territorial, mediante Sistemas de Información geográfica) (Figura 2).

2) Validación en campo por parte de un técnico del H. Ayuntamiento en el sitio a talar (lo que debe considerar la delimitación del área con un GPS, tipo de cobertura vegetal, presencia de cuerpos de agua, heterogeneidad u homogeneidad del ecosistema, número de árboles a derribar y medidas dasométricas de altura utilizando un clinómetro y diámetro a la altura del pecho (d.a.p.), usando una cinta métrica o forcípula).

## **3. Informe técnico**

Documento emitido por la Dirección de Ecología y Protección al Ambiente de Tlahuiltepa, Hidalgo, el cual incluye el registro e interpretación de la información obtenida durante la visita técnica en campo, así como el resolutivo de la solicitud. En caso de un resolutivo negativo, la solicitud no procede y se expondrán los motivos de su rechazo; contrariamente, en un resolutivo positivo, se determina el número de árboles a reforestar a través del cálculo de FCF y se emitirá una notificación por tala de árboles provenientes de zonas agropecuarias en descanso en etapas tempranas.

### **Para el cálculo de FCF:**

a) Cobertura: Se asigna un valor a la cobertura vegetal ocupada por la especie autorizada, considerando las variables descritas en la Tabla 1.

b) Etapa de sucesión: Se calcula la edad del acahual donde se localizan los árboles, con base en el cálculo de Diámetro a la Altura del Pecho (d.a.p), de acuerdo con los valores expuestos en la Tabla 2.

c) Importancia: Se verifica en primera instancia si la especie se encuentra en alguna categoría de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (o su actualización más reciente), así también, se corrobora si corresponde a una especie endémica; dependiendo del caso, se le asigna un valor de importancia acorde con lo indicado en la Tabla 3 previa validación en campo. En caso de no identificar la especie en ninguna de las categorías citadas (amenazada o endémica), se considerará como especie ordinaria, asignándole un valor de importancia de 1.

d) Procedencia: Se asigna un valor entre 1 y 3 conforme a la tabla 4, de acuerdo con la previa validación en campo.

Finalmente se determina el FCF empleando la fórmula descrita en la metodología, (es decir, cantidad de individuos por cada especie autorizada en relación con la suma de los valores para cada variable).

Las Tablas 6 y 7 representan un ejemplo de la aplicación de la metodología.

Tabla 6. Ejemplo de cálculo del Factor de Compensación Forestal (FCF).

No. de árboles autorizados	Especie	Cobertura a vegetal	Estado de Sucesión	Importancia	Procedencia	FCF	No. de árboles por compensar
21	<i>Pinus patula</i>	2	1	2	3	8	168
26	<i>Alnus acuminata</i>	2	3	2	2	9	234
30	<i>Quercus crassifolia</i>	2	2	2	2	8	240
28	<i>Liquidambar styraciflua</i>	3	3	2	2	10	280
12	<i>Juglans regia</i>	NA	NA	NA	NA	NA	12
<b>117</b>	<b>Total de árboles por compensar</b>						<b>934</b>

Tabla 7. Descripción de Valores, Fuente: Fichas técnicas de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Comisión Nacional Forestal (CONAFOR); Carta de Uso del Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000. Serie VII, INEGI. 2021.

Especie	Cobertura vegetal	Estado de Sucesión	Importancia	Procedencia
<i>Pinus patula</i>	<b>Bosque de pino-encino:</b> Las diversas asociaciones de Pinus-Quercus en las cuales se distribuye la especie <i>Pinus patula</i> , abarcan una superficie significativa del territorio de Tlahuiltepa, Hidalgo, cubriendo un total de 21,335.3 hectáreas, lo que equivale al 40.5% de la extensión municipal. Debido a la gran extensión que este tipo de vegetación representa se le otorga un <b>valor de 2</b> .	<b>Etapas tempranas intermedias:</b> En el área destinada para el aprovechamiento de árboles, predominan especies herbáceas y arbustivas, junto con la presencia de algunos árboles jóvenes que alcanzan una altura promedio de 2 metros y un diámetro de 5 cm. Por lo tanto, se le asigna un <b>valor de 1</b> .	Estos ecosistemas se consideran de gran importancia para las comunidades humanas por el abastecimiento de productos para autoconsumo, aprovechamiento de especies forestales y, en general, por el flujo de servicios ecosistémicos que proporcionan, por lo que se le asignó un <b>valor de 2</b>	<i>Pinus patula</i> es una especie nativa de México, con una distribución que abarca varias regiones montañosas del país, incluyendo Tlahuiltepa, Hidalgo. Por esta razón, se le asigna un <b>valor de 3</b> .
<i>Alnus acuminata</i>	<b>Bosque de Pinus-Quercus:</b> <i>Alnus acuminata</i> conocida como "Aile", se distribuye en zonas montañosas y se encuentra principalmente en bosques mesófilos de montaña, así como en bosques de Pinus-Quercus. Debido a la gran distribución que esta especie representa se le otorga un <b>valor de 2</b> .	<b>Etapas tardías tempranas:</b> <i>Alnus acuminata</i> al ser una especie de rápido crecimiento, puede alcanzar hasta 25 metros de altura y 20 centímetros de diámetro en 10 años. En esta etapa sucesional, predominan especies perennes, tanto arbóreas como arbustivas, que son utilizadas principalmente para la construcción y como fuente de leña ( <b>Valor de la variable: 3</b> )	<i>Alnus acuminata</i> es una especie pionera de gran importancia en las etapas sucesionales tempranas de los bosques de <i>Pinus</i> , <i>Pinus-Quercus</i> y bosque mesófilo de montaña. Su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico favorece el establecimiento de otras especies. ( <b>Valor de la variable: 2</b> )	Es una especie nativa de México, cuya distribución se concentra principalmente en las regiones centro, sureste y noroeste del país. ( <b>Valor de la variable: 2</b> )
<i>Quercus laurina</i>	<b>Bosque de Pinus-Quercus:</b> Los diversos bosques de encino y asociaciones con encino, donde se distribuye la especie <i>Quercus laurina</i> , abarcan una superficie significativa del territorio de Tlahuiltepa,	<b>Etapas tempranas intermedias:</b> En el área destinada para el aprovechamiento de árboles, predominan especies herbáceas y arbustivas, junto con la presencia de	Esta especie desempeña un papel importante en la recuperación y conservación de los suelos donde se establece, gracias a la producción de hojarasca. Además,	Es una especie nativa de México, cuya distribución se concentra principalmente en las regiones centro del país. ( <b>Valor de la variable: 2</b> )

	Hidalgo, cubriendo un total de 14,311.1 hectáreas, lo que equivale al 27.16.5% de la extensión municipal. Debido a su gran extensión se le otorga un <b>valor de 2</b>	algunos árboles jóvenes que alcanzan una altura promedio de 2 metros y un diámetro de 5 cm. Por lo tanto, se le asigna un <b>valor de 2.</b>	es de gran importancia para las comunidades humanas, ya que provee productos maderables, utilizados principalmente como leña y en la construcción. <b>(Valor de la variable: 2)</b>	
<i>Liquidambar styraciflua</i>	<b>Bosque Mesófilo de Montaña:</b> Aunque <i>Liquidambar styraciflua</i> puede encontrarse en asociaciones vegetales como bosques de coníferas, bosques de <i>Pinus-Quercus</i> y bosques caducifolios, su distribución se concentra principalmente en el Bosque Mesófilo de Montaña. Sin embargo, el 58.9% (6,861.9 ha) de este bosque en Tlahuiltepa está representado por vegetación secundaria dominada por el estrato arbustivo, lo cual evidencia que este ecosistema es frágil y enfrenta altos niveles de amenaza. Por esta razón, se le asigna a la variable un <b>valor de 3.</b>	<b>Etapa tardía temprana:</b> Al ser una especie caducifolia de rápido crecimiento con una tasa diamétrica de 0.71 cm año (Mendoza <i>et al.</i> , 20) y considerando una etapa sucesional en la que predominan especies perennes, tanto arbóreas como arbustivas, que son utilizadas principalmente para la construcción y como fuente de leña se asigna a la variable un <b>valor de 3</b>	Esta especie tiene un alto potencial para la restauración ecológica en terrenos degradados por actividades agrícolas, ganaderas y mineras (Cruz-Jiménez, 2019), además de ser efectiva para la captura de carbono en diversas regiones del país. También se emplea como leña, así como para la construcción de viviendas y la elaboración de muebles. <b>(Valor de la variable: 2)</b>	Es una especie nativa que se distribuye en la vertiente del Golfo a lo largo de la Sierra Madre Oriental y en la vertiente del Pacífico en la Sierra Madre del Sur. <b>(Valor de la variable: 2)</b>
<i>Juglans regia</i>	No aplica el cálculo de FCF, ya que el aprovechamiento es inferior a 20 árboles, por lo que la compensación se establece en una relación 1:1, con una tasa de sobrevivencia del 100%.			

## Consideraciones finales

La normatividad ambiental es fundamental para regular y mitigar los efectos negativos derivados de las actividades humanas sobre el medio ambiente, ya que los ecosistemas son esenciales para el bienestar de las poblaciones humanas, especialmente en zonas rurales, donde los habitantes dependen en gran medida de los servicios ecosistémicos proporcionados por los bosques, tales como la provisión de medicinas, alimentos, materiales de construcción, combustible, entre otros beneficios ecológicos y ambientales. Por ello, se considera necesario incorporar esta metodología en las disposiciones legales municipales en materia ambiental, para su adecuada implementación.

Asimismo, se considera necesario establecer un vivero municipal orientado en la producción de especies nativas, de gran, alineadas con los intereses del municipio. Este vivero estaría destinado a proyectos de reforestación que fomenten la participación social. Dado que resulta difícil encontrar ciertas especies en viveros que suelen centrarse en especies de valor económico, un vivero municipal enfocado en especies nativas representativas del municipio facilitaría la adquisición de plantas necesarias para cumplir con la compensación ambiental estipulada en esta metodología, promoviendo a su vez la participación ciudadana.

## Bibliografía

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2009). Fichas técnicas.

Congreso de la Unión. (1917). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de abril de 2025.

Congreso del Estado de Hidalgo. (2023). Constitución Política del Estado de Hidalgo. Última reforma publicada en el Periódico Oficial el 4 de diciembre de 2023.

Congreso del Estado de Hidalgo. (2025). Ley Orgánica Municipal del Estado de Hidalgo. Última reforma publicada en el Periódico Oficial el 26 de mayo de 2025.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2013). Fichas Técnicas.

Congreso de la Unión. (1988). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de abril de 2024.

Congreso del Estado Libre y Soberano de Hidalgo. (2024, 20 de agosto). *Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Hidalgo* (Decreto Núm. 191; Alcance Uno). *Periódico Oficial del Estado de Hidalgo*. Última reforma publicada el 20 de agosto de 2024.

Congreso de la Unión. (2018). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de abril de 2024.

Congreso de la Unión. (2005). Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 2014.

- Congreso del Estado de Hidalgo. (2015). Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo. Última reforma publicada en el Periódico Oficial el 27 de febrero de 2025.
- Contreras-Cortés, L. E. U., Mariaca-Méndez, R., y Pérez-Farrera, M. Á. (2015). El proceso de sucesión ecológica entre los lacandones de Nahá, Chiapas, México. *Etnobiología*, 13(2).
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR. (2019). Guía Técnica para definir la medida de Compensación Ambiental en trámites de concesión de aguas, aprovechamiento forestal y autorización de ocupación de cauces. *Dirección de Evaluación Seguimiento y Control Ambiental, República de Colombia*, 1-20.
- Connell, J. H., y Slatyer, R. O. (1977). Mechanisms of Succession in Natural Communities and Their Role in Community Stability and Organization. *The American Naturalist*, 111(982), 1119-1144.
- Diario Oficial (2019). Resolución 3093, por la cual se adopta la “Guía técnica para definir la medida de compensación ambiental en trámites de concesión de aguas, aprovechamiento forestal y autorización de ocupación de cauces”, Cundinamarca, Colombia.
- Gama, L., Chiappy-Jhones, C. J., y Luna-Monsalvo, M. J. (2003). La vegetación de coetzala, Veracruz y su estado de conservación. *Universidad y Ciencia*, 38(19), 71-76.
- Galindo-Soza, M. (2018). La pirámide de Kelsen o jerarquía normativa en la nueva CPE y el nuevo derecho autonómico. *Revista Jurídica Derecho*, 7(9), 126–148.
- Guía técnica para definir la medida de compensación ambiental en trámites de concesión de aguas, aprovechamiento forestal y autorización de ocupación de cauces”, elaborada por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, Colombia.

- Gutiérrez-Bonilla, F. D. P., (2017). Marco normativo nacional e internacional y las competencias institucionales sobre introducción, trasplante y repoblación con flora en Colombia. Cap. 2. P.p 25-37. En: Cárdenas-López, D., Baptiste M.P. y Castaño N. (Eds). 2017. Plantas- exóticas con alto potencial de invasión en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C. 295pp.
- Heiland, P. (2021). Utilización de plantas nativas y sus beneficios en el diseño de parques y jardines en la ciudad de Bahía Blanca. Universidad Nacional del Sur. Departamento de Agronomía.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2021. Carta de Uso del Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000. Serie VII.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2022. Censo Agropecuario del Estado de Hidalgo.
- Infante Ramírez, K. D., y Arce Ibarra, A. M. (2015). Percepción local de los servicios ecológicos y de bienestar de la selva de la zona maya en Quintana Roo, México. *Investigación Geográfica*, (86).
- Kumar, P., y Mina, U. (2018). *Fundamentals of ecology and environment*. Chapter 4 Community Ecology. Pathfinder Publication. New Delhi. India.127-133.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2022). Decreto por el que se reforman y se adicionan diversas disposiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2022). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (última reforma el 28 de mayo de 2022).Ley de Participación Ciudadana para el Estado de Hidalgo. Última Reforma publicada en El Alcance Dos del Periódico Oficial: 30/03/2023.
- Lorenzo-Guillermo , J., Durch Gary , J., Pérez-Villalba, E., y Monterroso-Rivas, A. (2019). Land-use change in the Sierra Alta of Hidalgo in the period 1976-2011. *Rev. Geográfica Agrícola*, 63, 63:87.

Mendoza-Fuente, N.M., Romero, E. M., Olgúin, L. G. E., y Fernández, J. M. P. (2020). Capital social y manejo forestal: caso de estudio de la Asociación Regional de Silvicultores (ARS) de Calakmul, Campeche. *Entreciencias Diálogos En la Sociedad del Conocimiento*, 8(22).

Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Tlahuiltepa, Hidalgo 2016-2020.

Ramírez-Bautista, A., Octavio-Aguilar, P., Sánchez-González, A., Ortiz-Pulido, R., Berriozabal-Islas, C. S., Gutiérrez-Arroyo, N. M., Reyes-Ortiz, J. L., Favela-Mesta, J., Lara-Tufiño, J. D., Gutiérrez-Lozano M., Hernández-Austria R., (2017). Aprendiendo de biodiversidad en una expedición biológica a Tlahuiltepa, Hidalgo, México. *Herreriana*, 13(2), 17-24.

Reglamento de Ecología y Protección al Medio Ambiente del municipio de Tlahuiltepa, (2022). H. Ayuntamiento de Tlahuiltepa Hidalgo (2020-2024).

Resolución número 3093 de 2019, por la cual se adopta la Guía Técnica para definir las medidas de compensación ambiental en trámites de concesión de aguas, aprovechamiento forestal y autorización de ocupación de cauces en el área de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). Diario Oficial Nacional. N° 51.086. 24/09/2019.

Rivera-Ospina , D. (2019). Agricultura tradicional de roza, tumba y quema en el bosque seco de la Reserva Natural Victoria (Melgar, Tolima): Transición a la no quema. [Tesis de Maestría]. Universidad Externado de Colombia, 10-14.

Rojas-Robles, N. E., Yépez, E. A., Álvarez-Yépiz, J. C., Sánchez-Mejía, Z. M., Garatuzza-Payan, J., y Rivera-Díaz, M. A. (2023). Producción neta del ecosistema durante la sucesión ecológica secundaria: lecciones desde el bosque tropical seco. *Madera y bosques*, 29(1). la no quema. *Universidad Externado de Colombia*, 7-12.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2023, 24 de julio). NOM-152-SEMARNAT-2023: Que establece los criterios y especificaciones del contenido de los programas de manejo forestal

sustentable para el aprovechamiento de recursos forestales maderables en bosques, selvas y vegetación de zonas áridas. *Diario Oficial de la Federación*.

Smith, R. L., y Smith, T. M. (2007). Ecología. Capítulo 18. Dinámica de las Comunidades. 6.a edición. Pearson Educación, S.A, Madrid, 391-400.

Levy-Tacher, S., y Aguirre-Rivera, J. R. (2000). El aprovechamiento agrícola intensivo de los hubchés (acahuales o comunidades secundarias) de Yucatán. *Revista Geográfica*, 28, 79–103.

**Anexo 1.** Especies Vegetales registradas en Acahuales de las comunidades "Demañi y Palo Perdido", en Tlahuiltepa, Hidalgo, México.

Nombre común	Identificación Taxonómica	Características generales	Tipo de Vegetación*	Etapas de sucesión Ecológica**	Uso tradicional
Bejuco amarillo	<i>Cuscuta</i> L.	Se distribuye entre los 1,000 y 1,600 m.s.n.m., son plantas herbáceas y parásitas con tallos, lisos, en forma de hilos amarillos con flores pequeñas blancas (Costea <i>et al.</i> , 2013).	BC	EI/ET	Medicinal
Espina	<i>Solanum myriacanthum</i> Dunal,	Planta arbustiva de hasta 2 m de altura, con hojas grandes y con pequeñas espinas verde o púrpuras, , pequeñas flores blancas y frutos de pulpa color verde-amarillo (Cuevas-Reyes, 2018)	ZA	EI	Medicinal
Gordolobo	<i>Roldana aschenborniana</i> (S. Schauer) H. Rob. y Brettell.	Planta arbustiva de hasta 2 m de altura, con hojas grandes y con pequeñas espinas verde o púrpuras, , pequeñas flores blancas y frutos de pulpa color verde-amarillo (Cuevas-Reyes, 2018)	BC	EI	Medicinal
Lengua de borrego	<i>Lasianthaea fruticosa</i> (L.) K.M.Becker.	Arbusto de hasta 3 m de altura, hojas apearas y con protuberancias y pequeñas flores amarillas en racimo, ubicadas en las puntas de las ramas (Cortés <i>et al.</i> , 2024).	ZA	EI	Forraje
Retoño	<i>Familia Lauraceae</i> Juss.	Árboles o arbustos con flores pequeñas blancas o amarillas, agrupadas en racimos, fruto carnoso color verde o amarillo pálido (van der Werff, 1997).	BC	EI	Forraje
Aretes	<i>Vinca major</i> L.	Planta herbácea de tipo enredadera de hasta 50 cm de tamaño, flores con 5 pétalos de color azul o morado (Rajput, <i>et al.</i> , 2011).	BM	EI	Accesorio
Bailadora	<i>Thalictrum strigillosum</i> Hemsl.	Planta herbácea de 1 a 1.50 m de altura, con flores pequeñas color amarillas y sin pétalos, pero con estambres grandes (Martínez., 2015).	BC	EI/EIT/ET	Medicinal

Nombre común	Identificación Taxonómica	Características generales	Tipo de Vegetación*	Etapa de sucesión Ecológica**	Uso tradicional
Cardo santo	<i>Cirsium raphilepis</i> Petr.	Planta herbácea de hasta 1 m de altura, con hojas de hasta 30 cm de largo con espinas en los márgenes y flores en forma de espina color morado-rosadas (CONABIO, 2009).	BC	EI/EIT	Medicinal
Chapadá	<i>Cestrum</i> L.	Arbusto de tallos erectos, ramificados con hojas simples e inflorescencias agrupadas, fruto en forma de valla (Gallego, 2012).	BC	EI/EIT	Medicinal
Hierba del sapo	<i>Eryngium</i> Tourn. ex L.	Planta herbácea de hasta 50 cm con hojas dispuestas en forma de roseta y con márgenes en forma de espinas, con pequeñas flores espinosas azules o moradas (Palá., 2004).	BC	EI/EIT	Medicinal
Morita	<i>Solanum</i> L.	Arbustos de crecimiento rápido, flores pequeñas agrupadas y frutos esféricos, algunas especies consideradas como maleza en cultivos (Castroviejo., 2012).	BC	EI/EIT	Medicinal
Ortiga	<i>Urtica membranacea</i> Wedd.	Plantas herbáceas, presenta hojas dentadas con pelos urticantes. Tallos de 15 a 150 cm. y flores en racimos simples de color verdoso. (Paiva y Castroviejo, 1993)	BC	EI/EIT	Medicinal
Pesma	<i>Dryopteris wallichiana</i> (Spreng.) Hyl.	Helecho que alcanza hasta 1.5 m, con hojas verde grandes y anchas tri-pinnadas (Hojas con un eje central y pequeñas hojas laterales) , (Fraser, 2007),	BC	EI/EIT	Ornamental
Tepozán	<i>Buddleja cordata</i> Kunth.	Árboles de hasta 20 m de altura, hojas con el haz verde y el envés de color verde grisáceo a blanquecino y flores pequeñas, amarillentas (Rangel, <i>et al.</i> , 2003).	BC	EI/EIT	Medicinal
Xocoyol	<i>Oxalis triangularis</i> A.St.-Hil.	Planta herbácea perenne que se caracteriza por sus hojas en forma de trébol, de color verde. Produce flores rosadas o blancas (Muñoz-Garmendia., 2015).	BC	EI/EIT/ET	Alimento
Nogal	<i>Juglans</i> L.	Árboles con tallos de corteza rugosa y ramas de corteza lisa, su fruto es esférico y con una nuez en su interior (Loewe y González., 2001).	BC	EI	Alimento

Nombre común	Identificación Taxonómica	Características generales	Tipo de Vegetación*	Etapa de sucesión Ecológica**	Uso tradicional
Zarza	<i>Rubus adenotrichos</i> Schtdl.	Arbusto de 1 a 4m, tallos con espinas, hojas con bordes con diente de sierra, flores de color blanco o rosa y frutos de color rojo oscuro (Schmidt <i>et al.</i> , 2024).	BC	EI/EIT	Alimento/Medicinal
Antijuelilla	<i>Lepidium virginicum</i> L.	Planta herbácea de 20 a 70 cm, con pequeñas flores blancas y frutos en forma de lenteja (Martínez-Imamura., 2021).	BC/BM	EI/EIT	Medicinal
Mora	<i>Celtis</i> L.	Árboles que se caracterizan por presentar hojas simples, con márgenes enteros o con dientes, Las flores son pequeñas, verde-amarillentas y el fruto es carnoso (Zamengo, <i>et al.</i> , 2021).	BC	EIT	Construcción
Bretónica	<i>Prunella vulgaris</i> L.	Planta de hasta 60 cm, con hojas ovadas con pequeñas vellosidades e inflorescencias color azul-violeta (Montejano y Almaguer, 2023),	BC	EIT	Medicinal
Correa	<i>Carya</i> Nutt.	Árboles de hasta 40 m de altura, las flores se organizan en forma de espigas, los frutos son en forma de drupa con una nuez en el centro que puede ser dulce o amarga (Casales <i>et al.</i> , 2018).	BM	EIT	Construcción
Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i> , F.H. Wigg.	Planta herbácea con hojas dispuestas en roseta, con flores amarillas y fruto en forma de cerdas blancas (Martínez <i>et al.</i> , 2015).	BC	EIT	Medicinal
Doradilla	<i>Selaginella</i> P.Beauv.	Planta pequeña con aspecto de musgo y hojas escamosas, crece en piedras o zonas rocosas (Martínez y Novara, 1996).	BC	EIT	Medicinal
Maguey de piedra	<i>Agave mitis</i> Mart.	Caracterizada por una roseta de hojas carnosas y curvadas que terminan en punta afilada, el follaje verde con finos dientes en los bordes, las hojas pueden alcanzar hasta 70 cm (Thiede, 2016).	BM	EIT	Medicinal

Nombre común	Identificación Taxonómica	Características generales	Tipo de Vegetación*	Etapa de sucesión Ecológica**	Uso tradicional
Mimbre	<i>Viburnum</i> Raf.	Árboles o arbustos de hoja decidua o siempre verdes, flores pequeñas y numerosas, fruto en forma de drupa en forma globosa (Werres <i>et al.</i> , 2001).	BM	EIT	Medicinal
Laurel	<i>Litsea glaucescens</i> D.Don	Árbol de 1.5-5.4 m de alto, Inflorescencia pequeñas agrupadas, de 3-5 flores por inflorescencia, presenta Fruto en drupa (pulpa) (Armenta <i>et al.</i> , 2011).	BC	EIT	Alimento
Quelite	<i>Amaranthus</i> L.	se caracteriza por incluir plantas herbáceas anuales o arbustivas con flores de diversos colores, de verde a morado o púrpura (Luis <i>et al.</i> , 2018).	BM	EIT	Alimento
Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i> Moc. y Sessé ex DC.	Árbol espinoso de hasta 10 m de altura, corteza color gris-rojiza, hojas simples con margen aserrado, flores con pétalos blancos y fruto carnoso amarillo de 2-3 cm (CONABIO, 2009).	BM	EIT	Alimento/Medicinal
Insulina	<i>Salvia amarissima</i> Ortega	Planta herbácea, aromática de hasta 80 cm, con tallo cuadrangular y pequeñas flores moradas (Gutiérrez-Guzmán, 2021).	BC	EIT	Medicinal
Lirio	<i>Isochilus unilateralis</i> B.L. Rob.	Planta herbácea de 12 a 30 cm con tallos cubiertos por vainas foliares, hojas acampanadas con pétalos color lila pálido o rosa-morado de 2 a 4 cm (García <i>et al.</i> , 2003).	BM	EIT	Ornamental
Sauco	<i>Sambucus canadensis</i> Burm.f.	Árbol de 3 a 5 m generalmente (hasta 15 m), hojas con los márgenes acerrados, flores pequeñas blancas y fruto carnoso color negro o morado (Schmitzer <i>et al.</i> , 2012),	BM	EIT/ET	Medicinal
Hierba santa	<i>Piper auritum</i> Kunth	Planta herbácea de hasta 2 m, hojas grandes y las flores están colocadas en espigas parecidas a cordocillos verde pálido (Mendoza-Aponte, 2017)	BC	EIT	Repelente/Alimento

Nombre común	Identificación Taxonómica	Características generales	Tipo de Vegetación*	Etapas de sucesión Ecológica**	Uso tradicional
Escoba	<i>Baccharis conferta</i> Kunth	Arbusto de hasta 2 m de altura, con pequeñas hojas en forma de rombo y flores amarillas o blancas agrupadas (Weimann, <i>et al.</i> , 2002).	BM	ET	Uso doméstico
Hierba de guajolote	<i>Salvia</i> L.	Las formas de crecimiento en <i>Salvia</i> incluyen hierbas arbustos, con tallos en forma rectangular, las flores presentan cáliz y corola y se presentan en forma de racimo. (Cruz, 2018).	BM	ET	Forraje
Monte de zorrillo	<i>Ptelea</i> L.	Arboles y arbustos con hojas ovoides y flores son pequeñas y agrupadas, algunas despiden un mal olor (Stewart, 2021).	BM	ET	Forraje
Hierba del cáncer	<i>Acalypha monostachya</i> Cav.	Planta arbustiva con hojas en forma ovada con márgenes dentados e inflorescencias vistosas colgantes (Guillén-Meléndez, 2021).	BM	ET	Medicinal
Granada de campo	<i>Bomarea edulis</i> (Tussac) Herb.	Planta herbácea con hojas alargadas y flores de varios tonos de rosado y en algunos casos violeta-rojizos en la base y manchas negras en el interior de la flor (Garbisco <i>et al.</i> , 2001).	BM	ET	Alimento
Chupona	<i>Pseudognaphalium</i> sp. Kirp.	Planta herbácea, hojas lanosas color verde y opacas en el envés, en cada cabezuela produce un conjunto de 15 a 25 flores en forma de estrella color pardo (Sombra-Argüelles, 2019).	BM	ET	Medicinal
Flor de tila	<i>Tilia americana</i> L.	Especie arbórea de 5 a 20 m de alto, corteza con estrías longitudinales y flores color verde o rojo y frutos esféricos de color gris=marrón (Herrera <i>et al.</i> , 2008),	BM	ET	Alimento/Medicinal
Guaje cimarrón	<i>Zapoteca tetragona</i> (Willd.) H.M. Hern.	Arbustos con la base leñosa de hasta 5 m de altura, flores con estambres blancos y llamativos y fruto en forma de legumbre (Bansi <i>et al.</i> , 2014).	BM	ET	Forraje

Nombre común	Identificación Taxonómica	Características generales	Tipo de Vegetación*	Etapas de sucesión Ecológica**	Uso tradicional
Cólica	<i>Oenothera</i> L.	Planta herbácea que crece en rocas o suelos rocosos, El fruto es una cápsula con longitud de alrededor de 2.5 cm, con varias semillas pequeñas y desnudas (Romero <i>et al.</i> , 2020).	BM	ET	Medicinal
Valiente	<i>Priva lappulacea</i> (L.) Pers.	Hierba de menos de 1 m de altura, hojas de hasta 12 cm de largo y 6.5 cm de ancho, flores con corola blanca, sus frutos tienen ganchos que se adhieren en ropa y pelaje de los animales (CONABIO, 2009).	BM	ET	Alimento
Quintoniles	<i>Amaranthus blitum</i> Moq.	Planta herbácea de 1 hasta 2 m de altura, tallo con rayas longitudinales, a veces rojizo, con numerosas flores dispuestas en verticilos muy cercanos entre sí (Jahan <i>et al.</i> , 2022).	BM	ET	Alimento
Quelite rayado	<i>Amaranthus hybridus</i> E.H.L. Krause	Planta de 20-100 cm, hojas ovadas o romboidales teñidas de color rojizo, flores agrupadas en una inflorescencia terminal de color verdoso-rojizo (Nana <i>et al.</i> , 2012).	BM	ET	Alimento
Aguacate de ardilla	<i>Persea americana</i> Mill.	Árboles hasta de 30 m de altura, Hojas ovadas, haz verde oscuro, flores pequeñas, verdosas, frutos carnosos, ovados amarillo-verdosos a marrón y púrpura, cáscara delgada o gruesa (Pérez <i>et al.</i> , 2015).	BM	ET	Alimento
Tlatchale	Familia <i>Iridaceae</i> Juss.	plantas herbácea, flores pequeñas generalmente de 6 pétalos dispuestas en racimos, fruto en forma de capsula, es polinizada por una gran variedad de insectos (Rzedowski, 1988).	BM	ET	Alimento
Llantén	<i>Plantago australis</i> Lam.	Planta herbácea con las hojas en roseta basal, de 15-30 cm de altura con flores dispuestas en espigas densas en el extremo de delgados tallos (Chávez, 2019).	BM	ET	Medicinal

Nombre común	Identificación Taxonómica	Características generales	Tipo de Vegetación*	Etapa de sucesión Ecológica**	Uso tradicional
Ciruelilla	<i>Rhus virens</i> Lindh. ex A.Gray	Arbustos con hojas color verde oscuro. presenta racimos de pequeñas flores color pardo-rojizo y frutos esféricos en forma de baya color naranja=rojo (Luna., 2015).	BM	ET	Construcción
<p>*Tipo de vegetació: BC Bosque de Coníferas (Pino-Encino); BM Bosque Mesófilo de montaña; ZA Zona de Agricultura Temporal;  **Etapa de Sucesión: El Inicial; EIT Intermedia; ET: Tardía.</p>					