



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

UNIDAD XOCHIMILCO

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
MAESTRÍA EN ECOLOGÍA APLICADA

IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS

**“Diagnóstico ambiental de un ecosistema forestal en el
Municipio de Isidro Fabela-Tlazala, Estado de México”**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA
EN ECOLOGÍA APLICADA PRESENTA

Biól. Alejandra García Mares
Matrícula 2152800696

COMITÉ TUTORAL

M. en C. Alfonso Esquivel Herrera
Codirector

Dr. José Luis Gama Flores
Codirector

Dra. María Jesús Ferrara Guerrero
Asesora

Ciudad de México

Mayo 2018

El Jurado asignado por la Comisión Académica de la Maestría en Ecología Aplicada de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, aprobó la Idónea Comunicación de Resultados titulada:

Diagnóstico ambiental de un ecosistema forestal en el Municipio de Isidro Fabela-Tlazala, Estado de México.

Que presentó:
Alejandra García Mares

El día 25 de mayo de 2018 en la Ciudad de México para obtener el Grado de Maestra en Ecología Aplicada

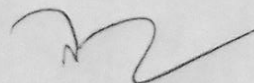
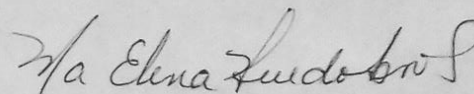
JURADO DE EXAMEN

M. en C. María Elena Huidobro Salas, FESI
Presidente

Dra. María Jesús Ferrara Guerrero, UAM-X
Secretario

Dr. Facundo Rivera Becerril, UAM-X
Vocal

FIRMA



A mi familia

AGRADECIMIENTOS

Haber llegado a la conclusión de este trabajo es gracias al apoyo de muchas personas que, de forma directa o indirecta, participaron orientando, opinando, corrigiendo, ofreciéndome su conocimiento, experiencia, paciencia, palabras de ánimo y sobre todo acompañándome en este camino de grandes enseñanzas.

Las palabras no son suficientes para expresar mi más sincera gratitud a todos ustedes.

ÍNDICE

Prefacio

Capítulo 1: El diagnóstico ambiental como herramienta para el conocimiento del estado de los bosques templados

Resumen	8
1.1. Introducción	10
1.2. Revisión bibliográfica	11
1.3. Objetivo	18
1.4. Método	18
1.5. Resultados	20
1.6. Discusión	22
1.7. Conclusiones	24
1.8. Referencias	25

Capítulo 2: Estructura y funcionalidad de la comunidad arbórea, arbustiva y fúngica del Municipio de Isidro Fabela

Resumen	29
2.1. Introducción	31
2.2. Revisión bibliográfica	35
2.3. Área de estudio	37
2.4. Objetivos	39
2.5. Material y métodos	40
2.6. Resultados	44
2.7. Discusión	65
2.8. Conclusiones	71
2.9. Referencias	71

Capítulo 3: Transferencia de conocimiento: Implementación de una propuesta de gestión sustentable del ecosistema forestal

Resumen	78
3.1. Introducción	80
3.2. Revisión bibliográfica	81
3.3. Objetivos	84
3.4. Material y métodos	85
3.5. Resultados	86
3.6. Transferencia de conocimiento	90
3.7. Discusión	121
3.8. Conclusiones	125
3.9. Referencias	126

Anexo: Constancias de actividades de transferencia

Prefacio

En el presente trabajo se utilizó al Diagnóstico ambiental como una herramienta para determinar la manera en que interactúan las características de la comunidad forestal y fúngica y, a su vez, responden a las dinámicas del uso de los recursos, así como a los detonadores de su alteración.

Tanto el análisis de la estructura de la comunidad vegetal, como el análisis fitosanitario, permitieron identificar las fuentes de perturbación y cómo es que las características edafológicas del hábitat y la estructura de las comunidades biológicas están correlacionadas con la productividad y estabilidad del ecosistema.

El estudio de la diversidad fúngica y de sus grupos funcionales son considerados indicadores del estado de los bosques. En el presente estudio, se encontró que los hongos ectomicorrízicos están en mayor proporción y cantidad (kilogramos por hectárea) en las áreas boscosas en mejores condiciones de conservación. Por esta razón, en la presente investigación fueron utilizados eficientemente como indicadores de la perturbación de zonas forestales determinadas.

Se encontró una fuerte relación entre la presencia de hongos ectomicorrízicos y las concentraciones de calcio y fósforo en el suelo. La disponibilidad de estos nutrientes determina la productividad de los recursos forestales. De aquí se concluye que la productividad y funcionalidad del bosque en Tlazala depende del buen estado de este gremio fúngico.

Por otra parte, los hongos son objeto de uso por los habitantes de la localidad y constituyen uno de los recursos forestales no maderables más importantes en Tlazala, por lo tanto, además de las interacciones hongo-planta, se deben considerar las interacciones hongo-humano. Éstas últimas fueron analizadas con base en la información proporcionada por los recolectores de hongos y, gracias a ésta, fue posible reconocer que el conocimiento local sobre los hongos es complejo, heredado de generación en generación y que su recolección es una costumbre de gran arraigo y tradición. A tal grado, que puede servir como un incentivo para lograr la conservación de las condiciones del hábitat de manera que sea posible mantener el abasto del recurso y hacer partícipes a los pobladores del lugar de una serie de actividades sencillas y eficaces sobre su manejo, que no les implican gastos, pero que permiten una gestión sustentable del bosque.

Se cumplió con el propósito de la investigación que fue el de mostrar a los habitantes de Tlazala que existe una codependencia entre su bienestar personal y el del bosque y sus recursos. Se enfatiza que esto se realizó tomando en cuenta tanto sus necesidades como su cultura y tradiciones. Pero también se consideraron los resultados derivados del análisis del estado fitosanitario, de la estructura de la comunidad vegetal, de la comunidad fúngica y del suelo.



CAPÍTULO 1

**El diagnóstico ambiental como herramienta para el conocimiento
del estado de los bosques templados**

Resumen

Los bosques son activos económicos importantes, ya que proporcionan una amplia variedad de bienes, como alimentos, materias primas y recursos genéticos, además constituyen la base del desarrollo de las sociedades humanas, al ofrecerles servicios ecosistémicos como la regulación del clima, la captación de agua, la reducción de la pobreza, el goce espiritual, recreación, placer estético, así como valores culturales.

Sin embargo, actualmente los ecosistemas forestales son vulnerables a la declinación y a sabiendas de las consecuencias o impactos de su alteración a nivel ambiental y social, se ha considerado esencial asegurar la calidad y la disponibilidad de los mismos a largo plazo.

Con tal fin, se lleva a cabo un diagnóstico ambiental que permite identificar los problemas en el manejo de los recursos naturales o bien de la calidad del ambiente presentes en un territorio, a fin de diseñar e implementar soluciones bajo el tema de la mitigación de impacto ambiental, la conservación de biodiversidad, la restauración de áreas degradadas o la protección de recursos estratégicos para la sobrevivencia de la sociedad.

Existen diversos diagnósticos ambientales en determinadas áreas del país y específicamente del Estado de México. Gran parte de estos trabajos, producen listados florísticos y faunísticos para el conocimiento de los recursos naturales, la identificación y evaluación de las actividades generadoras de alteración y la propuesta de posibles respuestas a la problemática existente, sin embargo, no consideran la forma en que diferentes grupos de organismos afectan la estructura y dinámica de las comunidades bióticas, aun sabiendo que su participación está relacionada con las funciones ambientales que generan un gran flujo de bienes y servicios ecosistémicos de los cuales depende la estructura económica y el bienestar social.

El diagnóstico es un ejercicio que implica la toma de conciencia de lo que una comunidad (en términos sociales y ecológicos) tuvo, tiene y puede tener en cuestión de recursos naturales y humanos. Por lo que la participación de la sociedad es esencial para manifestar el pensar colectivo y tomar acciones eficaces.

Abstract

Forests are important economic assets, since they provide a wide variety of goods, such as food, raw materials and genetic resources, they also form the basis of the development of human societies, by offering them ecosystem services such as climate regulation, water harvesting, the reduction of poverty, spiritual enjoyment, recreation, aesthetic pleasure, as well as cultural values.

However, nowadays forest ecosystems are vulnerable to decline and knowing the consequences or impacts of their alteration at environmental and social level, it has been considered essential to ensure the quality and availability of them in the long term.

An environmental diagnosis is carried out to identify problems in the management of natural resources or the quality of the environment present in a territory, in order to design and implement solutions to reduce the impacts on the environment, the conservation of biodiversity, the restoration of degraded areas or the protection of strategic resources for the survival of society.

There are several environmental diagnoses in certain areas of the country and specifically the State of Mexico. Many of these works produce floristic and faunistic listings for the knowledge of natural resources, the identification and evaluation of alteration generating activities and the proposal of possible answers to the existing problems, however, they do not consider the way in which different groups of organisms affect the structure and dynamics of biotic communities, even knowing that their participation is related to environmental functions that generate a large flow of ecosystem goods and services on which the economic structure and social welfare depend.

In addition, diagnosis is an exercise that implies awareness of what a community (in social and ecological terms) had, has and may have in terms of natural and human resources. So, the participation of society is essential to manifest collective thinking and take effective actions.

1.1 Introducción

Diagnóstico ambiental de una comunidad forestal

Dada la vulnerabilidad de los ecosistemas forestales y a sabiendas de las consecuencias o impactos de su alteración a nivel ambiental y social, se ha considerado esencial, interrelacionar a los ámbitos económico y social con el medio ambiente y los recursos naturales, de tal manera que se asegure la calidad y la disponibilidad de estos últimos en el largo plazo, sobre la base de una sólida cultura ambiental (FAO 2015; 2016).

¿Qué acciones deberían ejecutarse para la conservación y salvaguarda del equilibrio y la adecuada protección ecológica de un territorio?

En México, el municipio es considerado como célula básica de la estructura gubernamental, por lo que es de especial importancia para la gestión ambiental ya que territorial y políticamente es donde se presentan los problemas y las oportunidades de acción es este tema, por tanto, es allí donde deben instrumentarse los planes de gestión (SAGARPA, 2004; Gobierno del Estado de México, 2007).

La gestión ambiental, debe llevarse a cabo a través de una planeación sistemática que corresponda con las siguientes fases de instrumentación:

Diagnóstico → Programa/Acción específica → Plan de acción

(SAGARPA, 2004).

La elaboración de un diagnóstico ambiental es el primer aspecto fundamental para la instauración de propuestas, las acciones que se ejecutarán en el futuro inmediato o bien, para la evaluación de los proyectos medio ambientales que ya estén en curso dentro del municipio. Se refiere a un punto de referencia para dar paso al establecimiento de las acciones específicas para el buen manejo ambiental (FNF, 2015). Con el diagnóstico se identifican y determinan los problemas en el manejo de los recursos naturales o bien de la calidad del ambiente presentes en el territorio (MINAET, 2012).

A través de él, se definen las unidades ambientales (en términos de riqueza y problemáticas) a las que serán dirigidas las propuestas de soluciones bajo el tema de la mitigación de impacto ambiental, la conservación de biodiversidad,

la restauración de áreas degradadas o la protección de cuencas y suelos y otros recursos estratégicos para la sobrevivencia de la comunidad y el ecosistema a largo plazo (Boege 2002; SEMARNAT, 2015). Estas entidades socioambientales y ecológicas se transformarán en unidades de gestión, y se les adjudicará una o varias políticas de uso:

- Aprovechamiento: Permite la modificación de la estructura y funcionamiento de un ecosistema.
- Conservación: Permite un manejo de los recursos naturales manteniendo la estructura y función de los ecosistemas.
- Protección: Permite un manejo que mantiene la composición, estructura y los servicios ambientales del ecosistema.
- Restauración: Promueve la recuperación de zonas degradadas, con posibilidad de manejo a mediano plazo (Boege, 2002).

1.2 Revisión bibliográfica

Antecedentes del diagnóstico ambiental en el Estado de México y el Municipio de Isidro Fabela

El Estado de México, la entidad más poblada del país (14 millones de habitantes), presenta una intensa actividad industrial y comercial, así como de demanda de recursos naturales, con altos costos ambientales (Gobierno del Estado de México, 2007). Por lo tanto, es prioritario atender y resolver la problemática ambiental de esta entidad. Para ello, se han caracterizado los ecosistemas naturales con base en la biodiversidad, el estado actual de los recursos naturales, la identificación de las fuentes de deterioro y sugerencias sobre los planes a seguir para el mantenimiento de estos bienes. La estrategia utilizada, fue el Diagnóstico ambiental (Reyes, 2013).

El primer Diagnóstico ambiental realizado en el Estado de México data de 1993, y en 1996 se elabora el segundo, ambos de carácter general sin regionalización. Para 1999 el Gobierno del Estado de México (GEM) en conjunto con la Secretaría de Ecología de la entidad realizaron el diagnóstico ambiental de algunos de los municipios del Estado. En años posteriores es incorporado el modelo Presión-Estado-Respuesta propuesto por la

Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), que consiste en la regionalización por cuencas hidrológicas y la elaboración de mapas temáticos con el Sistema de Información Geográfica (Gobierno del Estado de México, 2002, 2007).

En 2007 el Diagnóstico Ambiental por Regiones Hidrográficas, gestionado por el Gobierno del Estado de México, establece la problemática y las propuestas de solución para alguno de los sectores vulnerables de la región:

Sector o aspecto	Vulnerabilidad	Propuestas de solución
Agua	Se presentará una situación crítica por la presión del recurso agua para el 2025 debido a la degradación de su calidad. El promedio anual de descarga de aguas residuales es de 1003.29 miles de metros cúbicos.	Inversión en plantas de tratamiento, captación y almacenamiento de agua de lluvia para la recarga de mantos freáticos.
Erosión	La superficie del territorio estatal afectada por la erosión hídrica comprende 5490.16 km ² (24.4%) y eólica 1069.64 km ² (4.75%).	Es necesario detener la tala inmoderada, el pastoreo excesivo, el cultivo que exceda los límites de seguridad y evitar incendios forestales. Establecer usos de suelo de acuerdo con su vocación natural y establecer zonas de reserva.
Generación de residuos sólidos y urbanos	De 1998 a 2005 la generación diaria de residuos sólidos urbanos se incrementó en 17.1%. Se produce 1.2 kg/día/persona. Sólo el 40% de los residuos se depositan en rellenos sanitarios.	Demanda de terrenos adecuados para disponer los residuos.
Residuos peligrosos	Generación de 1500 t/a. Sólo el 15% se controla adecuadamente, por lo que aparecen tiraderos clandestinos.	Vigilancia más estricta para impedir el ingreso de los residuos a los sitios no controlados. Conciencia en la población para su disposición

Fertilizantes		Es imprescindible la búsqueda de métodos productivos sustentables para proteger el entorno natural ante la presión del abasto alimenticio de una población creciente.
Emisiones contaminantes a la atmósfera y calidad del aire	El promedio de emisiones fue de 115730 t/a. Los principales contaminantes son el N ₂ O (69742 t/a) y CO ₂ (32878 t/a). Hay una tendencia descendiente de IMECA de 170 a 103 con una mayor calidad satisfactoria	
Incendios forestales	El promedio de incendios es de 1463 eventos por año. El 79% son atribuibles a actividades principalmente agropecuarias.	Campañas preventivas y monitoreo con el sistema de detección de puntos calientes de CONAFOR
Áreas naturales protegidas (ANP)	Se cuenta con 88 ANP de las que 41 son parques estatales, 12 reservas ecológicas estatales, 10 parques nacionales, 5 parques municipales y una reserva ecológica federal. Las ANP están deterioradas por cambio de uso de suelo, incendios, deforestación, sobrepastoreo y asentamientos irregulares.	Análisis de las funciones para las que fueron creadas, efectuar su recategorización y apertura para que la sociedad se involucre en su protección y vigilancia. Promover pago de servicios ambientales.
Reforestación	Los recursos forestales de la entidad sufren procesos de degradación que deben ser revertidos.	Programas a corto, mediano y largo plazo que contemplen la recolección y manejo de germoplasma, control de calidad de producción de plantas, reforestación y mantenimiento de plantaciones.
Especies de flora y fauna en riesgo	Existen 184 especies con alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2001, de las cuales 2 especies	Implementar una estrategia de protección y manejo integral que involucre, además de los tres niveles de gobierno e instituciones

	probablemente están extintas en medio silvestre, 17 en peligro de extinción, 68 amenazadas y 97 sujetas a protección espacial.	de investigación, a las comunidades campesinas.
Vulnerabilidad ante el cambio climático	Se prevé para el año 2025 un aumento de temperatura que cambie los patrones de distribución de flora y fauna, y reducción significativa de bosques.	Cumplimiento del marco normativo ambiental y su adecuación de acuerdo con las exigencias internacionales, promover la educación ambiental sobre la importancia de prevenir el deterioro ambiental en vez de remediarlo.

(Gobierno del Estado de México, 2007).

En 2008 el GEM, en colaboración con la Secretaría del Medio Ambiente, realizaron un diagnóstico ambiental que consistió en recopilar, analizar e integrar la información respecto a la descripción del fenómeno del calentamiento del planeta y su relación con el cambio climático; así como la estimación de las emisiones de gases con efecto invernadero (GEI) de la entidad (Gobierno del Estado de México, 2007, 2008).

En él se llega a las siguientes conclusiones acerca del Inventario Estatal de Gases de Efecto Invernadero:

Sector	Porcentaje	Sector de mayor emisión	Porcentaje
El consumo de energía	58.46%	Transporte	29.15%
Los procesos industriales	20.3%	Industria minera	12.77%
Las actividades agrícolas y ganaderas	7.10%	Fermentación entérica	3.89%
		Manejo de excretas	3.18%
Desechos	14.14%	Manejo de residuos sólidos	7.90%
		Tratamiento y descarga de aguas residuales	6.24%

(Gobierno del Estado de México, 2008)

En el mismo, se detectaron los siguientes puntos de vulnerabilidad del Estado de México ante el cambio climático Global.

- En el territorio nacional, derivados del cambio climático, ocurren los siguientes fenómenos: modificación del régimen y distribución espacial y

temporal de las precipitaciones pluviales; agudización de las sequías; desertificación del territorio y reducción drástica de ecosistemas boscosos templados y tropicales, entre otros.

- Hay una alta concentración de la población (14 millones de habitantes y 623 habitantes por Km²).
- Las actividades económicas de mayor vulnerabilidad por su dependencia con recursos hídricos y forestales son la agroindustria, producción forestal, industria alimentaria, de bebidas, textil, productos de papel y generación de energía eléctrica.
- El cambio climático global podría incrementar los índices de morbilidad y mortalidad por enfermedades infecciosas.

Recomendaciones

Manejo de agua	Almacenar agua eficientemente
	Construcción de avenidas de agua
	Sistemas de drenaje eficientes
Agricultura	Cambios en la fecha de siembra
	Cambios en la variedad de semilla
	Aplicación de fertilizantes en caso de lavado de nutrientes
	Rotación de cultivos
Ecosistemas forestales	Conservación y mantenimiento de las plantaciones forestales
	Creación de bancos de germoplasma para la conservación de especies vegetales en riesgo de desaparecer
	Impulsar estudios para el manejo y aprovechamiento de especies vegetales con potencial económico
	Impulsar estudios científicos para mejorar genéticamente las especies maderables resistentes a variaciones climáticas
Asentamientos humanos	Establecer una política de disminución o reorientación de flujos migratorios
	Diseñar una estrategia para redistribuir la población a zonas menos vulnerables
	Controlar los asentamientos humanos en zonas no aptas para la urbanización
	Construcción de obras de drenaje y sistemas de bombeo en zonas de alto riesgo de inundación
	Ahorro de energía eléctrica

	Aislamiento térmico y rediseño arquitectónico con nuevos materiales de construcción
Salud humana	Vigilancia de las enfermedades infecciosas
	Reforzar programas de saneamiento y protección civil
	Estrictos controles de calidad del agua potable
	Tecnologías de protección, mejoramiento de la vivienda, aire acondicionado, depuración de agua y vacunación.

(Gobierno del Estado de México, 2008)

En el 2008 se llevó a cabo el Diagnóstico Ambiental de La Palma, en el Municipio de Isidro Fabela, llegando a las siguientes conclusiones (Silva, 2008).

Las problemáticas ambientales son causadas por:

- Extracción incontrolada de recursos naturales (suelo, agua, madera, entre otros)
- Cambio de uso de suelo
- Generación de residuos sólidos
- Aclareo de tierras para construcción de caminos

Las principales actividades generadoras de deterioro son:

- Tala clandestina
- Generación de residuos sólidos
- Extracción de recursos naturales (suelo, agua, madera, entre otros)

Propuestas:

- Incrementar la vigilancia para salvaguardar los recursos naturales
- Promover reforestación
- Programas de conservación
- Regeneración y rehabilitación de zonas afectadas
- Programas eficientes de recolección de basura
- Campañas de promoción de reciclaje, composteo y biocombustibles
- Mejorar la infraestructura de la localidad
- Destinar recursos financieros a programas de educación ambiental
- Incrementar conciencia ambiental (Silva, 2008).

Gran parte de estos trabajos, están enfocados a la obtención de listados florísticos y faunísticos para el conocimiento de los recursos naturales, la identificación y evaluación de las actividades generadoras de alteración y la

propuesta de posibles respuestas a la problemática existente (Silva, 2008; Arteaga, 2014; Moreno, 2014; Castillo, 2013)

Sin embargo, no se ha considerado un diagnóstico ambiental, que abarque la forma en que diferentes grupos de organismos afectan la estructura y dinámica de las comunidades bióticas, aun sabiendo que su participación está relacionada con las funciones ambientales que generan un gran flujo de bienes y servicios ecosistémicos de los cuales depende la estructura económica y el bienestar de las sociedades humanas.

Por otra parte, estos proyectos, no reflejan la participación ciudadana ni dan cabida a las preocupaciones e intereses de los usuarios directos de los recursos, por lo que las problemáticas ambientales detectadas se encuentran desvinculadas de la realidad social de la comunidad.

Por lo tanto, en el aspecto ecológico, deben ser evaluados los indicadores estructurales y funcionales de la comunidad vegetal (principalmente la arbórea y arbustiva), así como la interacción de éstas con los consorcios microbianos, principalmente aquellos que forman asociaciones micorrízicas ya que juegan un papel fundamental en la regulación del ecosistema, influyendo en la salud, productividad, diversidad y estructura de las comunidades vegetales (Martínez *et al.*, 2009).

Dado que el estado actual de tales indicadores impacta en el sector social por el nivel de dependencia de las actividades económicas con los recursos ofrecidos por la naturaleza, por lo que la cooperación y el diálogo con las comunidades que den validez y reconocimiento a las propuestas de solución a las problemáticas ambientales es un factor esencial para garantizar su éxito.

En este sentido, lo que se pretende en este trabajo es realizar una evaluación acerca de la diversidad, las interacciones ecológicas presentes, así como de la relación de éstas con las funciones ecosistémicas de las que se desprenden bienes y servicios que pueden ser aprovechados por las localidades que viven en los bosques y sus alrededores. Conocimiento que puede ser la base para la implementación de un plan de manejo del ecosistema y de alguno de los bienes y servicios de la comunidad forestal. Siempre bajo una visión integrativa, que permita la participación y fomento compromiso ciudadano.

1.3 Objetivo

General

Realizar el diagnóstico ambiental para comprender e interpretar los procesos del ecosistema forestal del Municipio de Isidro Fabela-Tlazala, Estado de México.

1.4 Método

Características y ventajas del diagnóstico ambiental

El diagnóstico es un ejercicio que implica la toma de conciencia de lo que una comunidad (en términos sociales y ecológicos) tuvo, tiene y puede tener en cuestión de recursos naturales y humanos (Boege, 2002; Maass, 2003).

Por lo que la participación de la sociedad es de importancia esencial y se manifiesta a través de un sin número de modalidades de organización, entre las que destacan:

- Consejos y/o comités de participación ciudadana.
- Grupos organizados como asociaciones, clubes, grupos familiares y/o universidades.
- La ciudadanía organizada en torno a una problemática específica (SAGARPA, 2004; Del Río 2003).

Los diagnósticos participativos fomentan la manifestación de lo que tal vez se esté pensando individualmente o en grupo: Un ejemplo pueden ser los líderes locales, los dirigentes o representantes de juntas vecinales, las agrupaciones de adultos mayores, jóvenes y mujeres, los representantes de instituciones, del sector privado y de las escuelas (Boege, 2002; FNF, 2015).

Es importante que estas actividades tengan una estructura clara y una metodología que permita la compilación y sistematización de la información, con el fin de obtener un diagnóstico que sea congruente con la realidad del municipio o la comunidad y que responda a las características socioeconómicas, educativas y culturales de los participantes (FNF, 2015).

Pasos por seguir:

1. Reconocimiento de las unidades ambientales de aprovechamiento,

por ejemplo: 1) huerto familiar, 2) cultivos de granos básicos, 3) zona urbana, 4) bosque templado, entre otros. Acompañado de recorridos para el levantamiento de los inventarios de biodiversidad por unidad ambiental, a manera de un listado de especies y sus usos por parte de la comunidad, así como su utilidad potencial, para hacer un balance del patrimonio natural (Boege, 2002).

2. Identificación y análisis de los problemas.

En este paso, el equipo responsable define las herramientas a utilizar en el levantamiento y análisis de la información. Para ello, debe diferenciar los tipos de fuentes, a saber:

- Fuentes primarias de información, como las ofrecidas por personas en entrevistas o encuestas; situaciones en el campo y mediciones realizadas por el equipo.
- Fuentes secundarias de información, como documentos, informes, sistemas de información geográfica, fotografías, grabaciones y videos o películas (MINAET, 2012).

El hecho de integrar a este proceso la información sobre los inventarios de la biodiversidad y el conocimiento de la importancia de los servicios ambientales (agua, biomasa, suelo, biodiversidad) que los ecosistemas aportan a la comunidad y, en general a la sociedad, dará como resultado un proyecto, que fomentará el orgullo y compromiso con la defensa y apropiación del patrimonio natural y cultural de la comunidad, la cual tiene capacidad de reconocer que desde hace muchos años lo ha usado, observado, consumido y que es parte de la cultura local (Boege, 2002; Maass 2003; Del Río, 2003).

3. Identificación y priorización de alternativas o soluciones.

Se elabora un listado jerarquizado de los problemas ambientales, con ayuda de las siguientes preguntas rectoras: ¿Cómo era antes? ¿Con qué contamos? ¿A dónde queremos llegar? ¿Cómo podemos mejorar el aprovechamiento y conservar mejor la biodiversidad y los saberes ambientales que son el patrimonio cultural de la localidad? (Boege, 2002).

Posteriormente, se puede proceder a definir soluciones viables a los problemas, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Debe ser realizado el análisis FODA de la situación.
- Identificar posibles resistencias y alianzas.
- Elaborar un calendario de soluciones a ser aplicadas a corto, mediano y largo plazo.
- Diseñar instrumentos de seguimiento o monitoreo de las acciones (MINAET, 2012).

1.5 Resultados

Reconocimiento de las unidades ambientales

El área de estudio tiene características predominantemente rurales, de tipo silvícola. Es decir, no hay grandes asentamientos humanos, solamente algunos caseríos y no hay terrenos dedicados a la agricultura ni potreros. Parte del municipio está dentro del Parque Otomí-Mexica.

Hay partes del bosque que están sujetas a explotación maderable, en otras hay reforestación y en otras porciones casi no se realizan estas actividades, aunque sí hay algún aprovechamiento no maderable. Principalmente la recolección de hongos, u otras, como la extracción de suelo forestal o musgo, aunque muy limitadas.

Identificación y priorización de alternativas o soluciones

El diagnóstico situacional se realizó a través de un análisis FODA, basado en la información de las referencias bibliográficas mencionadas, de la proporcionada por las oficinas municipales y de la obtenida por entrevistas a los lugareños. Éste se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Análisis FODA para la evaluación estratégica del proyecto.

	Interno	Externo
Positivo	Fortalezas Estructura del bosque todavía funcional Provisión de bienes y servicios ecosistémicos Hay recursos forestales no maderables Los hongos como uno de los recursos forestales no maderables más importantes Rico conocimiento tradicional	Oportunidades Posibilidad de pagos por servicios ambientales Potencial para ofrecer servicios ecoturísticos Interés por el rescate y preservación del saber ancestral sobre los hongos, tanto del reconocimiento de las especies comestibles y condiciones que les son favorables, como del

	<p>sobre los hongos La recolección de carpóforos da una oportunidad para mantener la cohesión familiar y transmitir el conocimiento tradicional El municipio tiene una población esencialmente rural Una parte del municipio está dentro del Parque Otomí-Mexica</p>	<p>cultural (incluso aspectos culinarios) Hay interés por estos temas en los municipios aledaños y por otras instituciones de investigación</p>
Negativo	<p>Debilidades Extracción de madera mal planificada Inadecuadas técnicas de reforestación Recolecta de carpóforos no sustentable, por malas prácticas No hay preocupación por la protección del suelo forestal El nivel de ingresos de los habitantes es bajo Vías de acceso a las áreas en explotación maderable mal diseñadas, favorecen la erosión</p>	<p>Amenazas Extensión de la mancha urbana Actividades de tala ilícita Explotación no sustentable de otros recursos forestales no maderables, como el suelo forestal</p>

Estrategias

MAX-MAX (Maximizar fortalezas y oportunidades)

- Promoción de prácticas sustentables para la explotación de carpóforos, incluyéndolas en el saber tradicional. (C)
- Elaboración de un catálogo de los hongos de la región, que incluya imágenes de los mismos, su uso y otros aspectos culturales, como los culinarios. (C)
- Promover un ecoturismo de tipo rural, que incluya el acompañamiento a los recolectores de carpóforos durante sus actividades. (M)
- Estudiar las posibilidades de interacción con otras instituciones de investigación para la coedición y distribución de los materiales didácticos (C, M)

MIN-MIN (Minimizar debilidades y amenazas)

- Promover la creación de brigadas para evitar actividades de explotación ilícita de los recursos forestales y/o prevención de incendios (C, M, L).
- Involucrar a las autoridades municipales en esta vigilancia (M, L).

- Diseñar los accesos a las áreas en explotación maderable, de manera que sean paralelos a las curvas de nivel y proteger sus bordes para evitar la pérdida por deslave del suelo forestal y para que también puedan funcionar como cortafuegos en caso de un incendio forestal (C).
- En caso de reforestación, respetar las distancias adecuadas entre brinzales para favorecer un buen crecimiento; trocear carpóforos de las especies adecuadas de hongos y colocarlos en el suelo al momento de la siembra de los brinzales, o hacer una suspensión en agua y regar con ella los brinzales al momento de su siembra (C).
- Fomentar actividades de conservación para que el aprovechamiento sea en reuniones o directamente en el bosque, y para su distribución como hojas volantes y carteles en el municipio y en los circundantes (C, M).

(C) a corto plazo (M) a mediano plazo (L) a largo plazo

Instrumento de seguimiento sugerido

Para evaluar si las acciones se están desarrollando de acuerdo con la propuesta, se debe acudir a las áreas de aprovechamiento en otras temporadas, para verificar que la colecta de hongos y el manejo de recursos se realicen según lo planteado.

1.6 Discusión

El mantenimiento de los bienes y servicios de los ecosistemas es un tema decisivo para la supervivencia diaria. En el caso particular de las comunidades rurales de escasos recursos, se sabe que dependen de los recursos biológicos hasta en un 90% para cubrir sus necesidades básicas (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2009).

En el área de estudio, este fenómeno es una realidad, pues el hecho de vivir en la pobreza hace que las poblaciones dependan de los recursos forestales de manera más directa (Roe *et al.*, 2011). Prueba de ello es que el 13% de los recursos aprovechados en el Municipio corresponde con los frutos silvestres, uno de los bienes gratuitos más utilizados (Silva, 2008). Otra muestra se encuentra en una población aledaña y de condiciones económicas similares, donde cerca del 50% de los pobladores usa a los hongos como un complemento esencial para su dieta (Burrola *et al.*, 2012). O bien, el hecho de

que uno de los principales intercambios monetarios en estas poblaciones se debe a la demanda de plantas y hongos (Farfán-Heredia *et al.*, 2018).

Por otra parte, hay un conjunto de situaciones críticas que afectan la estructura de las comunidades forestales, como la tala clandestina, los incendios y la deforestación (Challenger, 2003; Oros-Ortega *et al.*, 2017). Estas se mencionan de forma exclusiva por ser las principales actividades generadoras de deterioro en el municipio, según las técnicas de análisis mostradas por Silva (2008), lo que es evidente en los recorridos prospectivos realizados para este trabajo.

De ahí la urgencia de establecer estrategias de manejo y conservación de los sistemas forestales, sumando la opinión de los usuarios de los recursos, para tener un panorama más completo del sector. Esto se ha planteado en otros proyectos como el *Manual para la gestión ambiental comunitaria* (Boege, 2002), el cual coincide con el presente trabajo por usar el análisis FODA, determinando la factibilidad del proceso de planeación cuando las debilidades se ven disminuidas, las fortalezas son incrementadas y el impacto de las oportunidades puede ser abarcado por los objetivos del proyecto.

En la presente investigación, el FODA da pie a estrategias que ya han resultado exitosas al aplicarlas en contextos similares, una de las cuales puede ser la promoción de las interacciones ecológicas (Oros-Ortega *et al.*, 2017). Lo que significa la inoculación de plántulas o brinzales con hongos micorrízicos, debido a que se han encontrado diferencias significativas en la cantidad de biomasa de las plántulas inoculadas con relación a las no inoculadas, por lo que se concluye que la interacción mejora su desarrollo y crecimiento, sobre todo como una medida para garantizar el éxito de la reforestación (Valdés-Ramírez *et al.*, 2010).

Otras propuestas requieren de la participación comunitaria y del conocimiento tradicional, tal es el caso del micoturismo, que ha aprovechado el creciente interés en este grupo de organismos para abrir el mercado al senderismo micológico y las ferias alimentarias cuya finalidad es mejorar la economía, a través de la comercialización de alimentos producidos localmente (Jiménez-Ruiz *et al.*, 2017). Su éxito se mide en la cantidad de eventos

similares a lo largo del país. Entre las más duraderas se encuentra la Feria del Hongo Senguio (Michoacán) cuya primera edición data de 1997 (Villeda, 2013). En el municipio de Isidro Fabela estas actividades son incipientes, pero con oportunidades de desarrollo.

Una de las directrices más importantes que el presente trabajo es reconocer al conocimiento rural como parte de los modelos para revertir la vulnerabilidad del hábitat (Jasso-Arriaga *et al.*, 2016). Sobre esta base, otros autores han hecho propuestas de aprovechamiento que integran las variables ecológicas y del conocimiento tradicional para implementar alternativas de manejo sustentable que mejoren las condiciones de vida de la población, a través de acciones de conservación del germoplasma silvestre y el mantenimiento de las características del hábitat (Burrola-Aguilar *et al.*, 2012).

Como lo menciona Burrola-Aguilar *et al.* (2012), es claro que realizar una investigación sobre el uso y aprovechamiento de los bienes forestales y difundir los saberes tradicionales puede contribuir de manera importante a valorar y proteger el bosque. Por esta razón, se considera una estrategia de conservación la elaboración de catálogos que muestren la biodiversidad de una región (Díaz-Cano *et al.*, 2016; Quiñonez-Martínez *et al.*, 2014).

La comprensión, la prevención y la solución de los problemas ambientales derivados de la transformación de la naturaleza no conocen fronteras, por ello, las acciones de investigación, capacitación y divulgación, así como los mecanismos de cooperación social e institucional son imprescindibles (Ezcurra *et al.*, 2003; López-Lucero *et al.*, 2017).

1.7 Conclusiones

Existe un alto grado de dependencia de los pobladores locales por los recursos forestales no maderables, especialmente los hongos.

La provisión de recursos puede estar amenazada por factores causantes de la alteración de la estructura de la comunidad vegetal.

Existe un buen nivel de conocimiento tradicional respecto a los hongos silvestres en la región.

El conocimiento tradicional puede ser usado para promover acciones de conservación del bosque (suelo y vegetación).

1.8 Referencias

Arteaga G. P. M. 2014. Diagnóstico ambiental del embalse San Miguel Arco en Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México. Tesis de licenciatura. Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.

Boege E. 2002. Protegiendo lo nuestro: manual para la gestión ambiental comunitaria, uso y conservación de la biodiversidad de los campesinos indígenas de América Latina. INI: Programas de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente: Fondo para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas de América Latina y el Caribe. México. 180 pp.

Burrola-Aguilar C; Garibay-Orijel R; Hernández-Téllez M. 2012. Los hongos comestibles silvestres del Estado de México: propuesta para su aprovechamiento. En: HONGOS COMESTIBLES Y MEDICINALES EN IBEROAMÉRICA. Sánchez V. J. E; Mata G. (Editores). ECOSUR. México. 39-49 p.

Castillo M. L. 2013. Diagnóstico ambiental de Santiago Tepatlaxco, Naucalpan de Juárez, Estado de México. Tesis de licenciatura. Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.

Challenger A. 2003. Conceptos generales acerca de los ecosistemas templados de montaña en México y su estado de conservación. En: CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS TEMPLADOS DE MONTAÑA EN MÉXICO. Sánchez O; Vega E; Peters E; Monroy-Vilchis O. (Editores). INE. México. 17-44 p.

Díaz-Cano D; Vargas-Huesca I; Chévez E; Pacheco-Cobos L. 2016. De hongo me como un taco: recetario-catálogo de hongos recolectados en El Llanillo Redondo. Xalapa, México: Facultad de Biología – Xalapa, Universidad Veracruzana. SEP. México. 76pp.

Ezcurrea E; Herbert R. 2003. Presentación. En: CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS TEMPLADOS DE MONTAÑA EN MÉXICO. Sánchez O; Vega E; Peters E; Monroy-Vilchis O. (Editores). INE. México. 7-8 p.

FAO. 2015. En línea: www.fao.org/forest-resources-assessment/es. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015. Roma. [2017].

FAO. 2016. El Estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra. Roma. [2017].

Farfán-Heredia B; Casas A; Moreno-Calles A. I; García-Frapolli E; Castilleja A. 2018. Ethnoecology of the interchange of wild and weedy plants and mushrooms in Phurépecha markets of Mexico: economic motives of biotic resources management *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 14(5): 1-19.

FNF, Fundación Friedrich Naumann para la Libertad. 2015. En línea: http://www.ficad.org/lecturas/lectura_tres_segunda_unidad_edga.pdf [2017].

Gobierno del Estado de México. 2002. Diagnóstico ambiental de la zona Metropolitana de la ciudad de Toluca, proyecto Ciudades Ecológicas. Secretaría de Ecología. México. 205 pp.

Gobierno del Estado de México. 2007. Diagnóstico ambiental del Estado de México por Regiones Hidrográficas 2007. Secretaría del Medio Ambiente. México. 112 pp.

Gobierno del Estado de México. 2008. Bases de Diagnóstico. Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y vulnerabilidad del Estado de México ante el Cambio Climático Global. Secretaría del Medio Ambiente. México. 128 pp.

Jasso-Arriaga X; Martínez-Campos Á, R; Gheno-Heredia Y, A; Chávez-Mejía C. 2016. Conocimiento tradicional y vulnerabilidad de hongos comestibles en un ejido dentro de un área natural protegida. *Polibotánica*, (42): 167-195.

Jiménez-Ruiz A; Thomé-Ortiz H; Espinoza-Ortega A; Vizcarra-Bordi I. 2017. Recreational use of wild edible mushrooms: mycological tourism in the world with an emphasis on Mexico. *Bosque*, 38(3): 447-456.

López-Lucero J. F; Tarango-Arámbula A; Valdez-Zamudio D; Martínez-Gallardo R; Vargas-Yañez J. M; Contretas-Gil J; Romo-León J. R. 2017. Programas de conservación de la vida silvestre: una revisión y análisis. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 14: 565-575.

Martínez L. B. y Pugnaire F. I. 2009. Interacciones entre las comunidades de hongos formadores de micorrizas arbusculares y de plantas. Algunos ejemplos en los ecosistemas semiáridos. *Ecosistemas*, 18(2): 44-54.

Maass M. 2003. Principios Generales sobre Manejo de Ecosistemas. En: CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS TEMPLADOS DE MONTAÑA EN MÉXICO. Sánchez O; Vega E; Peters E; Monroy-Vilchis O. (Editores). INE. México. 117-135 p.

2012. Guía para la Gestión Ambiental Municipal. Marlop Services, C. por A. República Dominicana. 58 pp.

Moreno D. M. 2014. Diagnóstico ambiental del parque ecoturístico Presa el Llano, Villa del Carbón, Estado de México. Tesis de licenciatura. Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.

Oros-Ortega I; Andrade-Torres A; Lara-Pérez L. A; Guzmán-Olmos R. F; Casanova-Lugo F; Sáenz-Carbonell L. A; Córdova-Lara I. 2017. Ectomycorrhizal ecology, biotechnology and taxonomy for the conservation and use of *Abies religiosa* in temperate areas of Mexico. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 23(3): 411-426.

Quiñonez-Martínez M; Garza-Ocañas F. 2014. Hongos silvestres de la Sierra Tarahumara, Chihuahua. Conabio- UACJ. México. 237 pp.

Reyes R. B. 2013. Diagnóstico ambiental de la Sierra de Guadalupe en las inmediaciones del parque residencial Coacalco, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.

Roe D; Thomas D; Smith J; Walpole M; Elliott J. 2011. Biodiversidad y pobreza: Diez preguntas frecuentes – diez implicancias de política. *Gatekeeper*, 150: 1-23.

SAGARPA 2004, en línea: [http://www.inafed.gob.mx/es/inafed/Guia para el Buen Gobierno Municipal](http://www.inafed.gob.mx/es/inafed/Guia_para_el_Buen_Gobierno_Municipal) [2016].

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2009. Biodiversidad, desarrollo y alivio de la pobreza: Reconociendo el papel de la biodiversidad para el bienestar humano. Montreal. Canadá. 52 pp.

SEMARNAT 2015. Criterios para la conservación de la biodiversidad en los programas de manejo forestal, en línea: http://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/library/environment_energy/criterios-para-la-conservacion-de-biodiversidad-en-los-programas.html [2016].

Silva L. A. V. 2008. Diagnóstico ambiental del ejido La Palma, en el Municipio de Isidro Fabela-Tlazala, Estado de México. Tesis de licenciatura. Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.

Valdés-Ramírez M; Ambriz-Parra E; Camacho-Vera A; Fierros González A. M. 2010. Inoculación de plántulas de pinos con diferentes hongos e identificación visual de la ectomicorriza. Revista mexicana de ciencias forestales, 1(2): 53-63.

Villeda E. O. Sábado 17 de Agosto de 2013. Inauguran la XVI Feria del Hongo. Cambio de Michoacán. En línea: <http://www.cambiodemichoacan.com.mx/nota-204396>



CAPÍTULO 2

**Estructura y funcionalidad de la comunidad arbórea, arbustiva y
fúngica del Municipio de Isidro Fabela**

Resumen

La dinámica de las comunidades biológicas, sus respuestas a restricciones ambientales, así como la productividad del sistema, sólo se entienden sobre la base de sus distintas interacciones y la coexistencia de sus poblaciones. Las comunidades diversas, son más productivas gracias a especies que inducen el aumento de recursos en calidad y cantidad. Es claro que tanto la identidad como la diversidad de organismos, controlan el funcionamiento de los ecosistemas, mientras que los factores abióticos los dinamizan. Con lo anterior, se plantea la hipótesis de la existencia de una relación diversidad-estabilidad y que la biodiversidad alta minimiza la posibilidad y el impacto que pueden tener los cambios que suceden en un ecosistema.

En este contexto, es necesario establecer vínculos entre la biodiversidad de grupos funcionales, el medio ambiente y la influencia o perturbación en la comunidad por manejo o gestión antrópica del ecosistema.

Por lo tanto, comparando las características de las diferentes zonas de estudio (Bosque de *Abies religiosa* y *Pinus teocote* clasificados por gradientes de conservación-perturbación), se observó que el área correspondiente con las mejores condiciones edafológicas, como alta materia orgánica, buena porosidad, adecuada capacidad de intercambio catiónico, una favorable proporción de nutrientes y con un buen estado de la cubierta vegetal, es aquella de mayor productividad (7.5 Kg de hongos/Ha) y mayor proporción de hongos de tipo micorrízico (riqueza de 23 especies), organismos cuya función se considera esencial en la salud y dinámica del ecosistema.

Se puede decir que la disponibilidad de los nutrientes en el suelo está relacionada con la estructura de la comunidad vegetal y ambos factores tienen un efecto sinérgico en el aumento en el nivel de actividad biológica en el suelo, especialmente del gremio de hongos ectomicorrízicos.

Se concluye que las propiedades de la comunidad vegetal y los factores edafológicos responden a las características ambientales, así como a la dinámica de uso que origina su alteración, por lo que se ven influenciados por las características del hábitat y la interacción con las comunidades vegetales, fúngicas y humanas.

Abstract

The dynamics of the biological communities, their responses to environmental restrictions, as well as the productivity of the system, are only understood based on their different interactions and the coexistence of their populations. The diverse communities are more productive thanks to species that induce the increase of resources in quality and quantity. It is clear that both the identity and the diversity of organisms control the functioning of ecosystems, while the abiotic factors make them dynamic. With the above, the hypothesis of the existence of a diversity-stability relationship is raised and that high biodiversity minimizes the possibility and impact that changes that occur in an ecosystem can have.

In this context, it is necessary to establish links between the biodiversity of functional groups, the environment and the influence or disturbance in the community by anthropic management or management of the ecosystem.

Therefore, comparing the characteristics of the different study areas (Forest of *Abies religiosa* and *Pinus teocote* classified by conservation-disturbance gradients), it was observed that the corresponding area with the best soil conditions, such as high organic matter, good porosity, adequate capacity of cation exchange, a favourable proportion of nutrients and a good state of plant cover, is that of higher productivity (7.5 Kg of fungi / Ha) and higher proportion of mycorrhizal fungi (richness of 23 species), organisms whose function is considered essential in the health and dynamics of the ecosystem.

It can be said that the availability of nutrients in the soil is related to the structure of the plant community and both factors have a synergistic effect on the increase in the level of biological activity in the soil, especially the guild of ectomycorrhizal fungi.

It is concluded that the properties of the plant community and the edaphological factors respond to the environmental characteristics, as well as to the dynamics of use that cause their alteration, so they are influenced by the characteristics of the habitat and the interaction with the biological communities, and human population.

2.1 Introducción

Los bosques templados y su estado

En los últimos 25 años se han perdido más de 100 millones de hectáreas de bosques, lo que equivale a una extensión del tamaño de Sudáfrica (FAO, 2016). Hasta el año 2010 se había registrado una cobertura forestal mundial del 31%, mientras que de 2010-2015, la tasa de pérdida ha disminuido hasta en un 50%, es decir, de 0,18% a 0,08%. Como producto de la reducción de la pérdida neta forestal en algunos países y de los incrementos en otros, el cambio neto en el área de bosques ha registrado una estabilización en los últimos diez años (FAO, 2015).

Los bosques de México ocupan el 16.45% del territorio, éstos se encuentran principalmente en zonas montañosas a lo largo de la Sierra Madre Occidental, Oriental y del Sur, la Sierra del Sur, los Altos de Chiapas, el Eje Neovolcánico y la Sierra Norte de Oaxaca. Estos ecosistemas se subdividen en: 1) de clima templado húmedo: casi exclusivamente bosques mesófilos de montaña y 2) de clima templado subhúmedo: bosques de latifoliadas (los encinos son dominantes), bosques mixtos de pino y encino, en distintas proporciones y bosques de coníferas (Challenger *et al.*, 2008).

En México se encuentran alrededor del 50% de las especies de pino conocidas mundialmente (Challenger *et al.*, 2008). Existen aproximadamente 35 especies endémicas de pino y 109 de encinos que representan uno de los recursos forestales económicos más importantes de nuestro país (inegi.gob.mx).

Los bosques en México se encuentran sujetos a varias alteraciones climáticas y antropogénicas como son los cambios en los usos del suelo, contaminación, explotación inmoderada, ampliación de la frontera agrícola y ganadera, introducción de especies exóticas y deforestación, entre otras (Gobierno del Estado de México, 2008).

Estos ecosistemas son almacenes de carbono debido a que los bosques atrapan y almacenan grandes cantidades de CO₂ en su biomasa vegetal por el proceso fotosintético, y si se ven disminuidos en superficie y calidad, por el aumento de la temperatura media anual, por las alteraciones en las pautas pluviales y a la presencia de fenómenos climáticos externos, entonces se

incrementan las emisiones de CO₂ en la atmósfera. Como el CO₂ es un gas de efecto invernadero, contribuye al calentamiento del planeta, afectando de este modo al resto de los ecosistemas (Gobierno del Estado de México, 2008). Este fenómeno, aunado a factores sociales, económicos y políticos, podría tener efectos devastadores como la degradación, transformación e incluso desaparición de los ecosistemas forestales (FAO, 2010).

México es uno de los cinco países que registraron mayor pérdida de bosques primarios en los últimos 20 años (FAO, 2010). En 2002 la cobertura de los bosques del país era solamente 38% de su extensión original. Una proporción importante de la vegetación remanente está fragmentada y en diferentes estados de perturbación, con gran abundancia de vegetación que se encuentra en diferentes procesos de recuperación o deterioro (CONABIO, 2009).

En el Estado de México la masa forestal comprende el 24.8 % de su superficie, de la cual el 10% corresponde a áreas perturbadas donde la vegetación primaria ha sido alterada mayoritariamente por actividades humanas como el desmonte, incendios inducidos, el aclareo, la pérdida de la cubierta vegetal que acelera la erosión, y cambio en los usos del suelo (Gobierno del Estado de México, 2008), lo que puede aumentar la vulnerabilidad de los bosques frente a otros impactos climáticos, y afectar a la economía local (FAO, 2010).

Igualmente, los insectos y otras especies animales pueden tener efectos adversos en el crecimiento y supervivencia de los bosques y afectar el rendimiento y la calidad de los productos forestales al causar enfermedades y daños físicos debidos al ramoneo, descortezado o pastoreo (FAO, 2010). Por otra parte, los incendios causados por la invasión y utilización incontrolada de las tierras boscosas son otra importante causa de daño al bosque y por consecuencia contribuyen al aumento de la temperatura de la atmósfera.

Los factores causantes de la declinación de la vegetación, al alterar las funciones fisiológicas normales de las plantas, dejan secuelas o evidencias en forma de signos y síntomas a través de los cuales se puede realizar el diagnóstico del agente causal y el balance de los daños ocasionados por éste (Claudio-García, 2008).

Los daños causados a los ecosistemas terrestres pueden tener efectos sobre las propiedades del suelo, como por ejemplo el contenido de agua, la porosidad, la textura y el pH, así como en la disponibilidad de los nutrientes esenciales de los que dependen la diversidad y distribución de las especies vegetales (Álvarez-Sánchez *et al.*, 2009) y la salud de la comunidad microfúngica.

Todas las alteraciones afectan a los consorcios de microorganismos reguladores de ciclos biogeoquímicos y demás organismos asociados al suelo, entre ellos los hongos, que además de ser parte activa en la formación del mismo, debido a su capacidad de degradación de materia orgánica, favorecen el flujo de materia y energía del que se sustentan todos los seres vivos (Gobierno del Estado de México, 2008).

Dentro de esta comunidad, los hongos micorrízicos establecen una interacción mutualista que forma un puente entre la raíz de la planta hospedera y el suelo formando una región, llamada rizosfera, cuya actividad biológica es influenciada por las raíces de las plantas (Camargo-Ricalde *et al.*, 2012).

Dicha asociación resulta ser la clave para mantener la estructura y funcionamiento de los ecosistemas silvícolas (Hernández-Cuevas *et al.*, 2008). Por lo que, la aplicación de técnicas que favorezcan el establecimiento de estas relaciones mutualistas se considera fundamental en las prácticas agrosilvopastoriles sostenibles y en los programas de restauración ambiental.

También son considerados organismos importantes cuando se habla de restauración ecológica, con el fin de que el ecosistema retorne a un estado pre disturbio, garantizando la recuperación de la composición, estructura y funcionalidad del mismo (Herrick *et al.*, 2006). Por lo que el uso de micorrizas es una estrategia para la recuperación de suelos, una de las estrategias esenciales de la restauración.

Los hongos micorrízicos, que están presentes en el 90% de las plantas del mundo (Brundrett, 2009), brindan mayor tolerancia a su hospedero frente a factores bióticos y abióticos adversos, pues favorecen la adquisición de nutrientes, agua y las protegen contra patógenos (Lara-Pérez *et al.*, 2014).

Además, mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo, dándole estructura y estabilidad. Son igualmente, un factor promotor de la diversidad vegetal, al aumentar la adecuación de las plantas y facilitar su establecimiento, lo cual tiene un impacto positivo tanto a escala poblacional como de las comunidades vegetales (Camargo-Ricalde *et al.*, 2012).

Las interacciones biogeoquímicas determinan las funciones de un ecosistema y por ende se relacionan con el estado de salud y su permanencia, de esto depende la capacidad de provisión de servicios ambientales inherentes a la calidad de vida de las sociedades humanas.

Algunos de los servicios ambientales son:

- Regulación del clima y el proceso de cambio climático.
- Absorción, almacenamiento y generación de dióxido de carbono y oxígeno.
- Asimilación de diversos contaminantes.
- Formación y retención de suelo.
- Hábitat natural, tanto para otras plantas como para los animales.
- Captación y almacenamiento de agua.
- Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales.
- Almacenamiento de la energía en forma utilizable, como biomasa (UNESCO/UNEP, 1978; Conafor.gob.mx; ACB, 2012; Balvanera, 2012).

Existe una diferencia entre las funciones del ecosistema y los servicios ambientales, ya que este último concepto tiene la finalidad de hacer explícitos los beneficios que los humanos obtenemos de los ecosistemas (Balvanera, 2012) de manera natural o por medio de su manejo sustentable (Coordinación General de Producción y Productividad del Bosque, 2007).

Los bosques desempeñan muchas funciones, constituyen un patrimonio natural esencial y son activos económicos importantes (ACB, 2012). Cerca de 1 200 millones de hectáreas de bosques están designados para la producción de madera y productos forestales no maderables (FAO, 2010). Proporcionan una amplia variedad de bienes, como alimentos, materias primas, recursos genéticos y servicios ecosistémicos como la regulación del clima, la captación

de agua, la reducción de la pobreza, el goce espiritual, recreación, placer estético y valores culturales (ACB, 2012; Osorio-Múnera *et al.*, 2004).

La riqueza ambiental es la base principal del desarrollo social y económico de un país. Ésta brinda un enorme flujo de bienes y servicios ambientales que dependen del estado de los recursos naturales y del medio ambiente (Osorio-Múnera *et al.*, 2004).

2.2 Revisión Bibliográfica

La relación de los atributos de la comunidad y las condiciones del hábitat

Para su estudio y comparación, toda comunidad exhibe una serie de atributos básicos, directos e indirectos con los que se la puede describir; composición o riqueza específica, estructura y función. La comunidad, como parte viva, junto con el medio ambiente abiótico, conforman un ecosistema. En la naturaleza, las comunidades se estructuran, funcionan y coexisten de acuerdo con interacciones; éstas son no sólo las principales fuentes de efectos ecológicos directos e indirectos, sino que son tan intensas que la estructura de la comunidad depende de ellas (Marañón-Arana *et al.*, 2012).

Al parecer, la estabilidad de la comunidad depende de la respuesta de algunas especies que desempeñan funciones esenciales y son por lo tanto determinantes o “clave” para el mantenimiento de los procesos funcionales. La degradación o pérdida de la estabilidad, disminuye la biodiversidad y la productividad (Crow *et al.*, 2002; McCann, 2000; Thompson, 2011). La regulación de las comunidades, su dinámica y sus respuestas a restricciones ambientales, sólo se entienden sobre la base de sus distintas interacciones y la coexistencia de sus poblaciones formando una trama trófica (Cagnolo *et al.*, 2011). Las comunidades diversas, de acuerdo con Ishii *et al.*, (2004), son más productivas porque contienen especies que influyen grandemente en la productividad por sus rasgos funcionales dado que inducen al aumento de recursos en calidad y cantidad (Crow *et al.*, 2002). Es claro entonces, que tanto la identidad como la diversidad de organismos, controlan conjuntamente el funcionamiento de los ecosistemas, mientras que los factores abióticos los dinamizan (Cardinale *et al.*, 2012; Ruiz-Benito, 2013).

Asimismo, se plantea la hipótesis de la existencia de una relación diversidad-estabilidad y que la biodiversidad alta minimiza la posibilidad y el impacto que pueden tener los cambios que suceden en un ecosistema (Chapin *et al.*, 2000; McCann, 2000).

Actualmente, la estructura de un bosque se reconoce como un indicador apropiado de la biodiversidad, de la estabilidad ecológica, el desarrollo y la persistencia de los ecosistemas forestales. Su caracterización, en términos de densidad y cantidad de biomasa sobre todo de las especies clave, permite distinguir puntualmente, la estructura de un bosque en proceso de fragmentación (Castañeda-Rojas, *et al.*, 2015).

Una planta presenta adaptaciones (morfofuncionales) al ambiente donde se desarrolla en dos módulos: el vástago o follaje y el sistema radical. El primero está directamente influenciado por el clima (temperatura, humedad atmosférica, radiación etc.), mientras que el segundo se asocia y responde a la litosfera (tipo de suelo, textura, nutrientes, salinidad etc.), además es capaz de establecer relaciones mutualistas con microorganismos y grupos fúngicos para asegurarse de una mayor adquisición de nutrientes (Yepes *et al.*, 2011).

En este contexto, estudios relevantes y novedosos han relacionado la salud de un ecosistema forestal (por su composición y estructura), con la presencia de distintos grupos funcionales de hongos y las características físicas y químicas del suelo (Ishii *et al.*, 2004; Alvear *et al.*, 2007). También se han establecido vínculos entre la biodiversidad de grupos funcionales, el medio ambiente y la influencia o perturbación en la comunidad por manejo o gestión antrópica del ecosistema (Del Bosque-De la Barrera, 2015).

Estas reflexiones inducen a plantearse las siguientes preguntas:

¿Qué implicaciones tienen los cambios de algunas especies sobre la estructura y funcionalidad de la comunidad y su relación con el hábitat?

¿Cuál es la magnitud de cambio en los atributos de la comunidad y poblaciones de especies clave por influencia del medio ambiente biótico y abiótico?, con las siguientes hipótesis:

Si la diversidad de hongos micorrízicos influye en la salud forestal y en el desarrollo específico de organismos clave, entonces sus respuestas

dependerán de la diversidad funcional macrofúngica y las condiciones del hábitat.

Si los atributos de la comunidad y de algunas poblacionales inciden en la estabilidad del ecosistema y sus procesos, entonces existirá una relación inversa y proporcional entre diversidad y perturbación: a mayor diversidad, menor perturbación, los ambientes alterados exhibirán respuestas biológicas y ambientales disminuidas.

2.3 Área de Estudio

La información que se presenta fue tomada del Plan de Desarrollo Municipal, 2009, publicado por el H. Ayuntamiento Constitucional de Isidro Fabela. Presidente municipal constitucional C. Enrique Prudencio Arana.

Localización: El Municipio de Isidro Fabela se encuentra en la región noroeste del Estado de México, en el macizo montañoso formado por las cordilleras que parten del cerro de La Bufa, en las derivaciones conocidas como la sierra de Monte Alto. La cabecera llamada Tlazala de Fabela, se encuentra ubicada a los 19° 34' 32" N y a los 99° 25' 48" W.

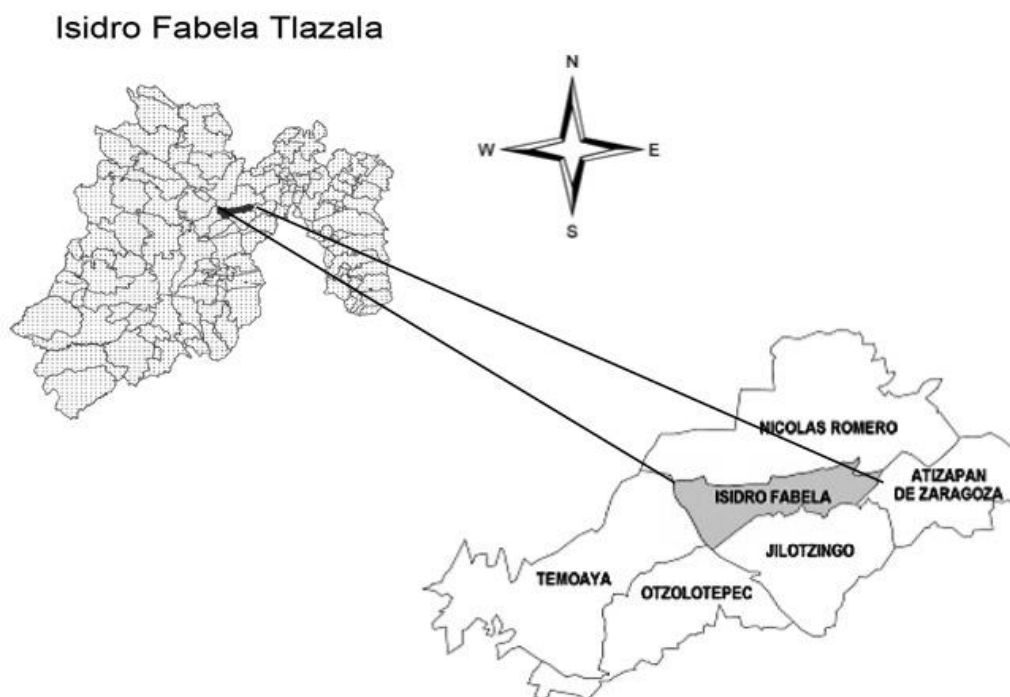


Fig. 1 Localización del Municipio de Isidro Fabela, Estado de México.

Limita al norte con el Municipio de Nicolás Romero, al este con el Municipio de Atizapán de Zaragoza. al sur con los Municipios de Otzolotepec y Jilotzingo y al oeste con los Municipios de Temoaya y Jilotzingo.

Extensión: El Municipio de Isidro Fabela tiene una superficie de 91.46 km². Está dividido en cuatro colonias: La Palma, La Aurora, Los Laureles y Miraflores.

Clima: Dentro del municipio predomina el clima Cwbg (clasificación climática de Köppen), templado subhúmedo con lluvias en verano, con una temperatura promedio de 12°C. La temperatura del mes más cálido es de 14°C y la mínima de 10°C. El clima se modifica en la parte oeste de la cabecera a un clima templado lluvioso semifrío C(E)wg, donde la temperatura media anual es inferior a 10° C y superior a 0° C.

Orografía: El Municipio está enclavado en terrenos montañosos, por lo que la altura sobre el nivel del mar varía entre los 2,500 a los 3,600 metros. La altitud media se considera en 3,100 msnm. Se encuentran los siguientes cerros: Xitoxi, de El Negro, Las Palomas, Las Navajas, Cervantes, Prieto, Los Puercos, San Pablo.

Hidrografía: La topografía es montañosa y de grandes cañadas por lo que abundan los escurrimientos superficiales en época de lluvias, y se convierten en arroyos de temporada.

Suelo: los andosoles son los suelos que por la superficie que ocupan dentro del municipio son los más importantes. Estos suelos se originan a partir de cenizas volcánicas que se distinguen por su alta capacidad de retención de humedad. Como suelo secundario existe el andosol úmbrico que se distingue por la alta capacidad de retención de humedad y fijación de fósforo.

Flora: La región se encuentra cubierta en su mayor parte, por árboles como el oyamel, pino, ocote, madroño, roble, encino, cedro, álamo, chichicautle y fresno. Entre las variedades frutales encontramos: manzano, capulín, durazno, ciruelo, tejocote, pera, perón y mora. De las hierbas comunes: ajenjo, simonillo, istafiate, hierbabuena, manzanilla, gordolobo, hinojo, ruda, romero, toronjil,

tabaquillo, peshtó, chilacayote, chayote, calabaza, orégano, perejil, cilantro, tomillo, borraja y epazote.

Fauna: Entre los animales silvestres encontramos: tlacuache, zorrillo, conejo, ardilla, cacomiztle, venado, liebre, coyote, hurón, onza, armadillo, tejón, tuza, paloma, pato, tórtola, codorniz, huitlacoche, jilguero, gorrión, primavera, azulejo, tecolote, lechuga, pájaro carpintero, gavián, águila, zopilote, cuervo, canario, gato montés, víbora de cascabel, ceniztonle, lagartijas, escorpiones y lince.

Composición de la población: La población total de Isidro Fabela, según el conteo de INEGI 2015, es de 11 mil 726 habitantes, de los que 5 mil 804 son hombres y 5 mil 922 son mujeres. El 49.4% de la población corresponde a edades entre los 0 y 24 años.

Tasa de crecimiento anual: La población ha aumentado un 30% con respecto al año 2000. Las mujeres de 20 a 34 años tienen de 1 a 2 hijos.

Porcentaje de población rural: Isidro Fabela es considerada 100% rural, no posee localidades mayores a 2,500 habitantes y la mayor población es Tlazala de Fabela, con 1187 habitantes.

2.4 Objetivos

General

Evaluar indicadores estructurales y funcionales de la comunidad arbórea, arbustiva y fúngica.

Específicos

- a) Zonificar de acuerdo con los usos de suelo, tratando de establecer un gradiente de perturbación entre sitios.
- b) Caracterizar física, química, y nutrimentalmente el hábitat del bosque.
- c) Definir y estimar atributos directos de la comunidad y de especies claves.
- d) Visualizar interacciones que influyen en la dinámica de la comunidad.
- e) Valorar el cambio o deterioro asociado a los atributos de la comunidad y sus poblaciones, así como de los factores inductores.

2.5 Material y Métodos

Para la toma de los datos necesarios, se realizaron visitas regulares a lo largo de un ciclo anual: Mayo de 2015 a Abril de 2016 (Lara-Vázquez *et al.*, 2013).

- a. Para la zonificación, se utilizó un geoposicionador (GarminTrex® 10) y se elaboró una base de datos para generar un mapa digital con el programa ArcMap 10.3, en el que se presentó, de forma gráfica, la clasificación por tipo de vegetación y uso de suelo en la localidad. En particular, dentro del área se buscó ilustrar un gradiente de perturbación (cantidad de área desnuda, número de tocones por unidad de área, tala, etc.) y se reconocieron cuatro sitios rotulados como Sitio A (área de *Abies religiosa* con menor alteración), Sitio B (área de *Abies religiosa*, donde se realizan actividades productivas), Sitio C (área de *Pinus hartwegii* con poca perturbación) y el Sitio D (área de introducción y cultivo de *Pinus hartwegii*) (Figs. 2 y 3).
- b. Caracterización física, química, y nutrimental del hábitat: una vez identificadas las zonas, de cada una de ellas se tomó una submuestra de una mezcla de suelo de diversos puntos de muestreo por zona. Se evaluaron las siguientes variables físicas y químicas del suelo: Porosidad y densidad, mediante el método del picnómetro, Textura, según Bouyoucos (1962), pH potenciométricamente, Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C) por el procedimiento del Versenato, Materia Orgánica (M.O.) con la técnica de Walkey y Black, además de una cuantificación de fósforo disponible por el método de Bray II y sales de Na, K, Ca y Mg por medio de un espectrofotómetro de absorción atómica (Perkin Elmer, modelo 1500), y la cuantificación de iones nutrimentales de NO_3^- , NH_4^+ y PO_4^{2-} por técnicas espectrofométricas, utilizando un espectrómetro marca Hanna, modelo HI 83203. Todo lo anterior se estimó por triplicado y de acuerdo con criterios estándares (Muñoz-Iniestra *et al.*, 2002; Acero de Mesa, 1997 y Mireles, 2009).

Composición de la comunidad: en una comunidad, cada grupo que la conforma tiene una función, misma que los relaciona e integra en una trama trófica mediante relaciones positivas y antagónicas, por lo cual ésta se integró en

grupos funcionales; aquellos que ingresan la energía al sistema (árboles y arbustos básicamente) y los que la degradan y reciclan al interior de la comunidad (grupo fúngico macroscópico).

- c. De cada subcomunidad, se consideraron la composición o riqueza taxonómica, estructura y función. Los atributos poblacionales de especies clave arbórea-arbustiva fueron densidad y cantidad de biomasa/Ha, pirámide de edad y estado fitosanitario. Todos estos parámetros fueron evaluados en cuadrantes de área mínima 30m x 20m (600 m²) en cada zona de estudio.
- d. La composición se definió mediante la recolección de las especies de ambos gremios dentro de cada una de las distintas zonas establecidas. Se determinaron taxonómicamente a través de las claves correspondientes (Rzedowski *et al.*, 2005; Guzmán, 1977; Pérez-Silva *et al.*, 1991) se confirmaron en el herbario IZTA y MEXU, y con el “Index fungorum” <http://www.indexfungorum.org/names/names.asp>.
- e. Para determinar la estructura, se cuantificó la abundancia específica y se derivó el índice de Diversidad de Shannon-Weiner, dominancia, equitabilidad, calculados con ayuda del programa PAST ver. 1.89. De manera particular, y en el grupo de autótrofos, estos atributos se sintetizaron en un esquema Fisonómico-Estructural, según criterios fitosociológicos de Dansereau, en Shimwell (1971).
- f. Para describir parámetros de población de las especies arbóreas, se cuantificaron los individuos y brinzales o plántulas (densidad/Ha), se determinó su variación espacial en el sitio y sobre todo se agruparon en clases diamétricas según Ajbilou *et al.*, (2003) para la construcción de la pirámide de edades.
- g. Para la evaluación del estado fitosanitario de las especies arbóreas se consideraron signos y síntomas de copa, fuste y raíz; bajo criterios oficiales (Quirós *et al.*, 2011; Claudio-García, 2008; CONAFOR, 2007). Todo lo anterior se valoró con 4 repeticiones por cada sitio de estudio.

- h. A partir de la evaluación fitosanitaria, la identificación y la revisión bibliográfica, la subcomunidad fúngica se reconoció por su tipo de sustrato y tipo nutrimental. Funcionalmente, las categorías fueron: parásitos (sobre individuos vivos), saprobios lignícolas y humícolas (sobre materia orgánica) y micorrízicos (nutrición por simbiosis mutualista).
- i. Se analizó la semejanza en la composición de especies fúngicas de las cuatro zonas de estudio, para lo que se aplicó el índice de Jaccard (que considera presencia ausencia de las especies, siguiendo a Ramírez-Lozano *et al.*, (2013)). Los datos fueron vertidos al programa PAST ver. 1.89, para obtener los dendogramas.
- j. Se identificaron las características edafológicas asociadas a la comunidad fúngica, a través del análisis de componentes principales (ACP) (Pérez *et al.*, 2010; Ávila *et al.*, 2015), con el programa PAST ver. 1.89. Respecto a los hongos micorrízicos arbusculares (HMA), se hizo una cuantificación del porcentaje de colonización y el número de esporas en suelo, de acuerdo con Hernández-Cuevas *et al.*, 2008.
- k. Para la evaluación de la productividad fúngica, se calculó la cantidad potencial de carpóforos (en Kg/Ha) a través de las variables poblacionales de las especies arbóreas, para lo que se utilizó la siguiente ecuación que corresponde al modelo empírico propuesto por Zamora y colaboradores (2007) con una idoneidad de 0.98:
- $\hat{y} = 128.67 - 1.52 X_1 + 22.40 X_2 - 6.11 X_3 + 6.36 X_4$
 - \hat{y} = Producción estimada de hongos (g)
 - X_1 = Número total de árboles
 - X_2 = Altura (m) promedio
 - X_3 = Cobertura (m²) promedio
 - X_4 = Diámetro a la altura de pecho (DAP en cm) promedio
- Las estimaciones se llevaron a cabo en cuadrantes de 600 m² para cada zona con cuatro réplicas.
- l. Posteriormente, se hizo un análisis de correspondencia canónica (ACC), para el que se consideraron variables como los sitios de estudio, la

productividad de carpóforos por zona, la proporción de HEM y HMA, variables de composición y estructura como la diversidad y dominancia vegetal, estado fitosanitario, abundancia de especies arbóreas y sus características dasométricas (altura, DAP y cobertura); así como propiedades edafológicas químicas (pH, MO, Ca, P, Na, K y Mg) y Físicas (porcentaje de arenas, limos y arcillas) registradas para cada localidad (Ochoa-Meza *et al.*, 2009; Argüelles, 2013). Se trabajó con el programa PAST ver. 1.89.

2.6 Resultados

Zonificación por uso de suelo

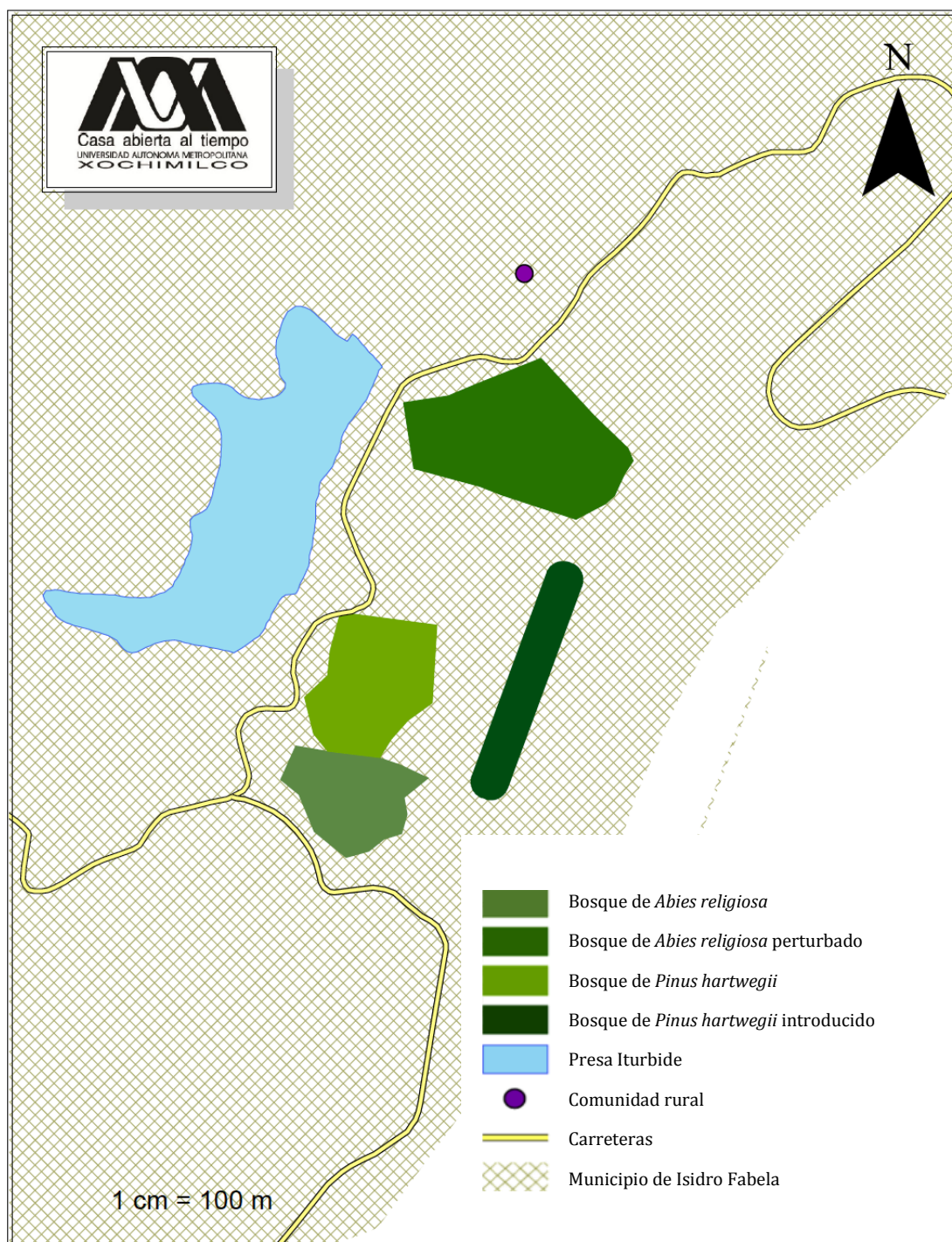


Figura 2. Mapa de la ubicación y vegetación característica del área de estudio.

El paisaje de la zona de estudio corresponde con un bosque templado en el que predominan las especies *Abies religiosa* y *Pinus hartwegii*. Se distinguen 4 zonas boscosas ubicadas al suroeste del municipio, en los alrededores de la

presa Iturbide (Fig. 2). La comunidad rural responde al nombre de Las Canoitas (Longitud oeste: -99.462778; Latitud norte: 19.531389 a 3310 msnm).

Sitios de estudio



Figura 3. Zonas de estudio en el Municipio de Isidro Fabela Tlazala, Estado de México. A: Bosque de *Abies religiosa*; B: Bosque de *Abies religiosa* perturbado por tala; C: Bosque de *Pinus hartwegii* y D: Bosque de *Pinus hartwegii* introducido o reforestado.

Caracterización edafológica

Tabla 1. Características físicas, químicas y nutrimentales de los suelos muestreados en las cuatro zonas de estudio.

Características		ZONAS			
		A	B	C	D
Físicas	Textura	Franco arenoso	Franco arenoso	Franco arenoso	Franco limoso
	Arenas (%)	50.4±10.2	67.5±2.02	62.5±2.5	57.7±3.1
	Limos (%)	29.8±9.4	19.6±0.02	34.4±2.5	21.3±3.1
	Arcillas (%)	19.7±1.9	12.8±1.9	3.1±0.05	21±0.04
	Densidad aparente (g/cm ³)	0.7±0.02	0.6±0.01	0.8±0.02	0.9±0.01
	Densidad real (g/ml)	1.7±0.14	0.8±0.09	2.1±0.23	2.0±0.05
	Porosidad (%)	60.7±0.02	31±0.05	61.3±0.03	55±0.01

Químicas y nutrimentales	pH	5±0.1	4.9±0.06	5±0.02	5.2±0.05
	Materia orgánica	5±0.77	5.4±0.17	2±0.37	1.2±0.07
	CIC (cmol(+)/kg-1)	26.5±0.7	26.5±1	26.5±0.7	16.2±0.3
	Fósforo disponible (mg/kg)	53.3±0.7	49.9±1	50.7±0.7	48.7±0.3
	Sodio (mEq)	3.4±0.3	3.8±0.14	3.6±0.3	2.6±0.3
	Magnesio (mEq)	52.5±3.2	49.5±21	16.5±3.2	14.0±1.2
	Potasio (mEq)	2.2±0.1	2.2±0.16	2.2±0.1	1.3±0.23
	Calcio (mEq)	21.8±7.1	8.8±2	11.4±2.1	3.4±0.34

Únicamente la zona D tiene una textura, donde se presentan partículas de tamaño menor; el pH en todos los tipos de sustrato es fuertemente ácido, la materia orgánica (MO) es extremadamente rica en la zona de *Abies religiosa* y pobre en la zona de Pino. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es alta, a excepción de la zona D donde es media. El fósforo, el sodio y el magnesio se presentan en cantidades muy elevadas en todos los casos, en la zona D el K es casi dos veces menor que el encontrado en las otras tres zonas estudiadas y finalmente la proporción de calcio es de 2.5 a 7 veces menor en las dos zonas perturbadas (B y D respectivamente). (Tabla 1)

Riqueza específica

Tabla 2. Familias y géneros de la comunidad vegetal arbórea y arbustiva

Familia	Especie
Asteraceae	<i>Baccharis conferta</i> Kunth
	<i>Cirsium ehrenbergii</i> Schultz-Bip
	<i>Eupatorium glabratum</i> Kunth
	<i>Senecio angulifolius</i> D. C.
	<i>Senecio cinerarioides</i> Kunth
	<i>Senecio sinuatus</i> Kunth
	<i>Senecio vulgaris</i> L.
Caprifoliaceae	<i>Symphoricarpos microphyllus</i> H. B. K.
Pinaceae	<i>Abies religiosa</i> Kunth Schltdl. et Cham.
	<i>Pinus hartwegii</i> Lindl
Pteridaceae	<i>Asplenium</i> sp
Rosaceae	<i>Acaena elongata</i> L.
Scrophulariaceae	<i>Penstemon gentianoides</i> Kunth
Solanaceae	<i>Cestrum</i> sp

Hasta ahora se han identificado 14 especies vegetales, 12 de ellas forman parte del sotobosque, representado principalmente por la familia Asteraceae. Las dos especies arbóreas pertenecen a la familia Pinaceae (Tabla 2).

Abundancia

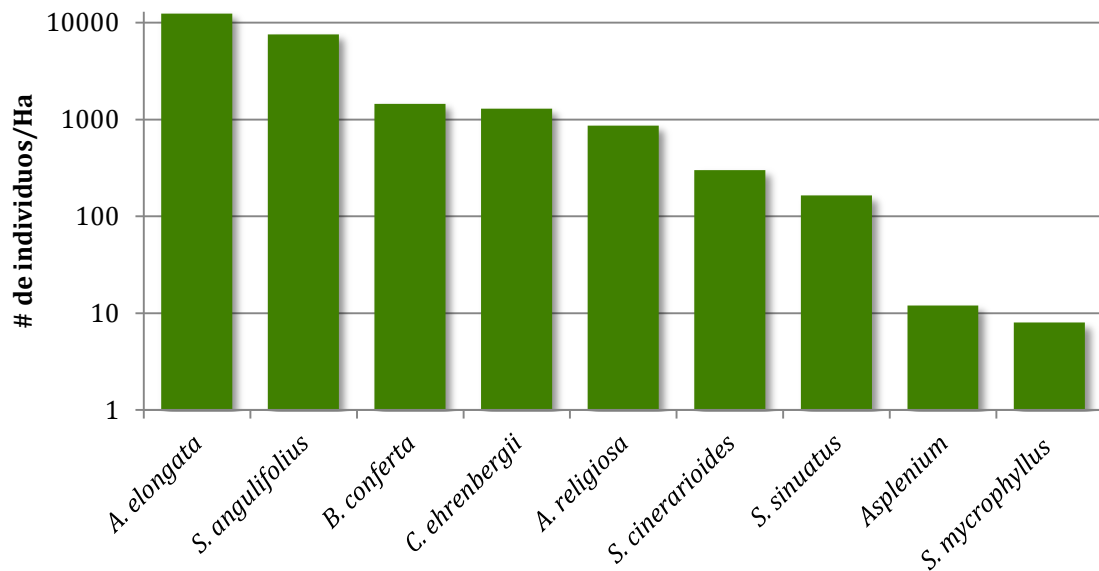


Figura 4. Densidad de especies vegetales correspondientes a la zona A.

En el caso de la zona A, las especies de mayor abundancia son de forma arbustiva y corresponden a *Acaena elongata* y *Senecio angulifolius*. *Abies religiosa* presenta una densidad de 866 indv/Ha, lo que la ubica como la quinta especie más abundante (Fig. 4).

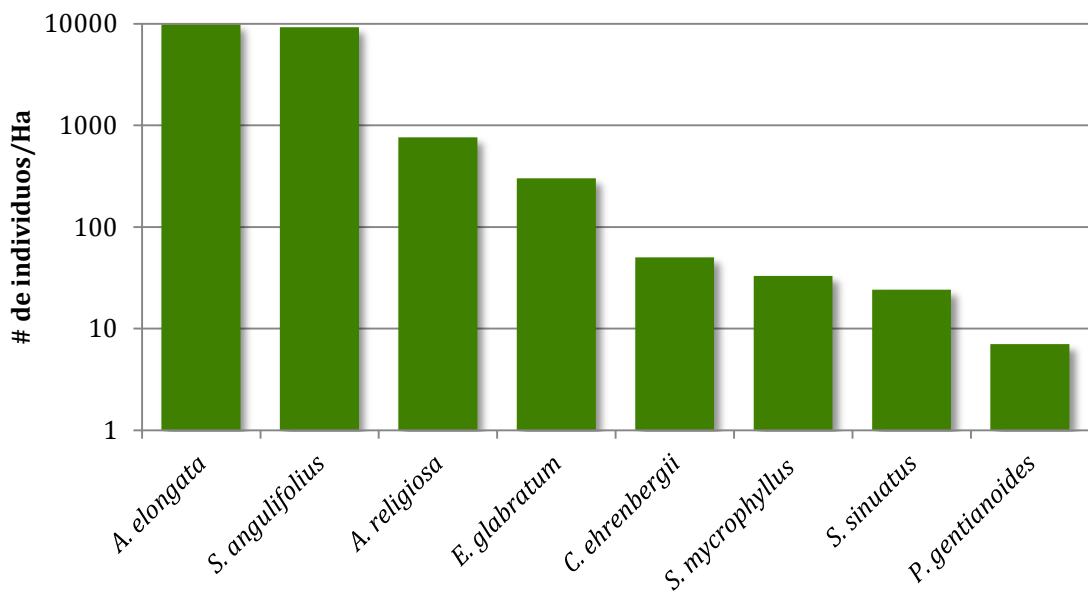


Figura 5. Densidad de especies vegetales correspondientes a la zona B.

Es posible observar que las especies más abundantes en la zona B, son *Acaena elongata* y *Senecio angulifolius*, seguido de la especie arbórea *Abies religiosa* con 758 indv/Ha (Fig. 5).

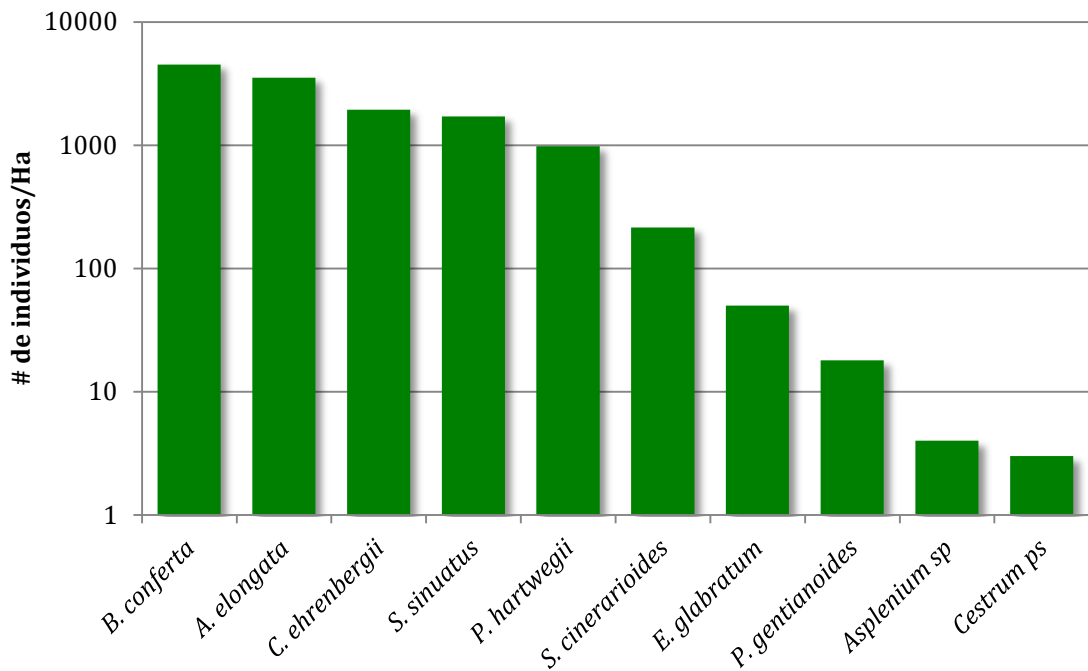


Figura 6. Densidad de especies vegetales correspondientes a la zona C.

De acuerdo con la gráfica las especies que se presentan con mayor abundancia son *Baccharis conferta* y *Acaena elongata*, mientras que a *Pinus hartwegii* le corresponden 983 indv/Ha, por lo que ocupa el lugar número cinco (Fig. 6).

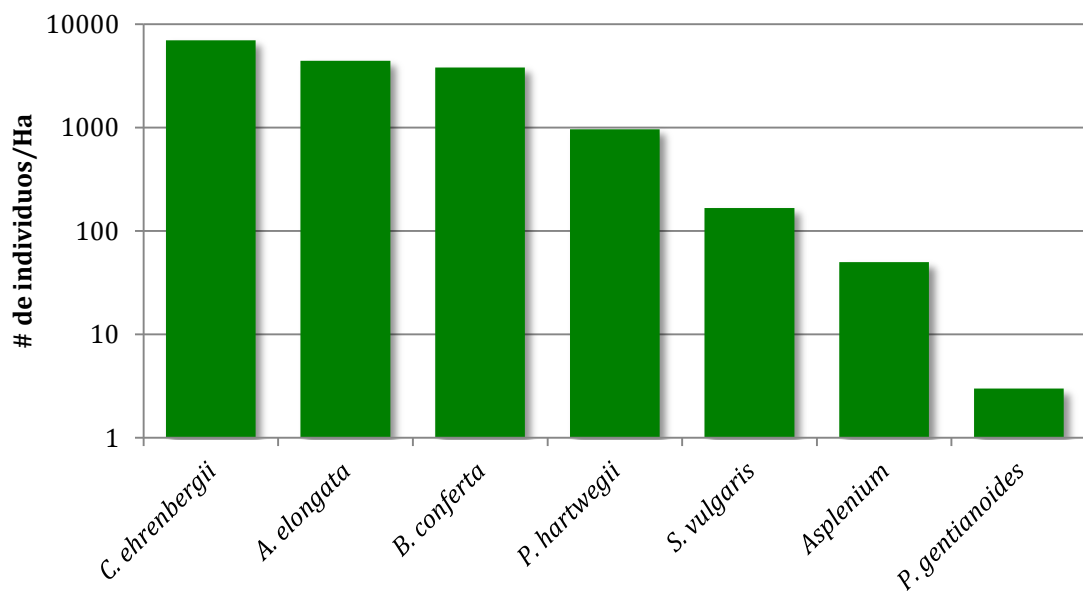


Figura 7. Densidad de especies vegetales correspondientes a la zona D.

Las especies de mayor abundancia en la zona de bosque introducido corresponden a una especie del género *Cirsium* y *Acaena elongata*, presentándose la especie *Pinus hartwegii* en la cuarta posición (Fig. 7).

Índices de diversidad

Tabla 3. índices de diversidad específica en cada zona de estudio.

Zona	Riqueza	# individuos	Shannon H	Dominancia	Equitabilidad
A	9	24100	1.25	0.62	0.56
B	8	20137	0.93	0.55	0.44
C	10	13968	1.53	0.74	0.664
D	7	16389	1.29	0.69	0.663

Según lo que indica la tabla 3, el área de mayor diversidad corresponde con “C”, mientras que la menos diversa es “B”, lo mismo ocurre al analizar los valores de dominancia. Acerca de la equitabilidad se puede observar que el dato es casi idéntico en dos zonas: “C” Y “D” y que el menor valor corresponde a “B”.

Perfil fisonómico fisiográfico de la vegetación

Perfil topográfico altitudinal y descripción de la composición, estructura y función de la comunidad según Dansereu.

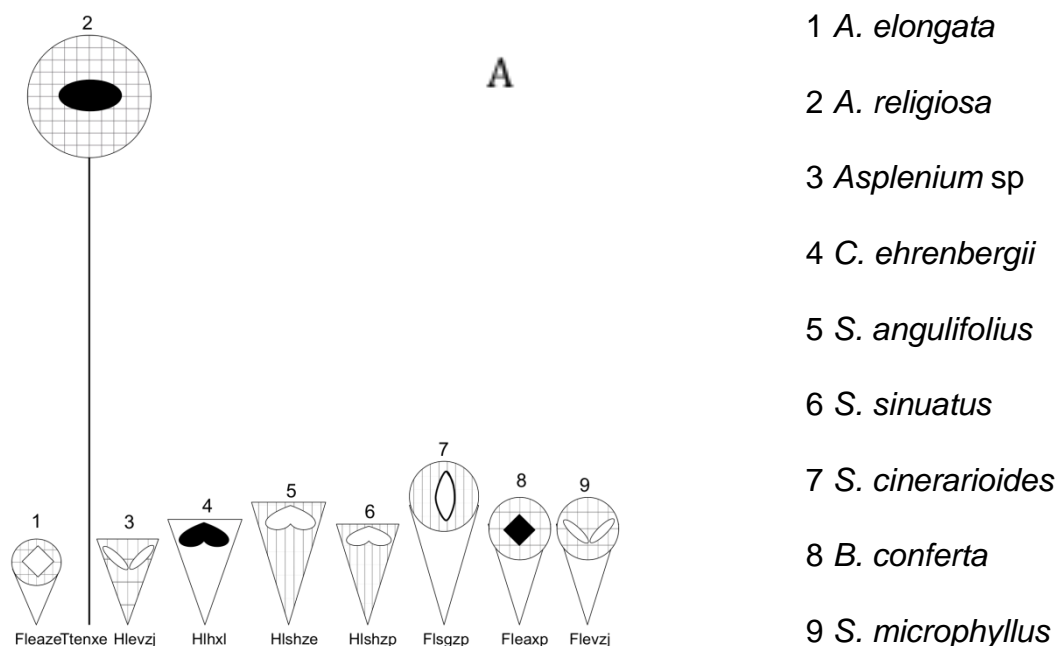


Figura 8. Esquema de Dansereau de la zona A

A través del esquema de Dansereau, se reconocen especies arbustivas, herbáceas y un sólo árbol, *Abies religiosa* (Oyamel), distribuido en forma regular en toda el área B. La especie más abundante es *Acaena elongata* y el género mejor representado es *Senecio*, con tres especies (Fig. 8)

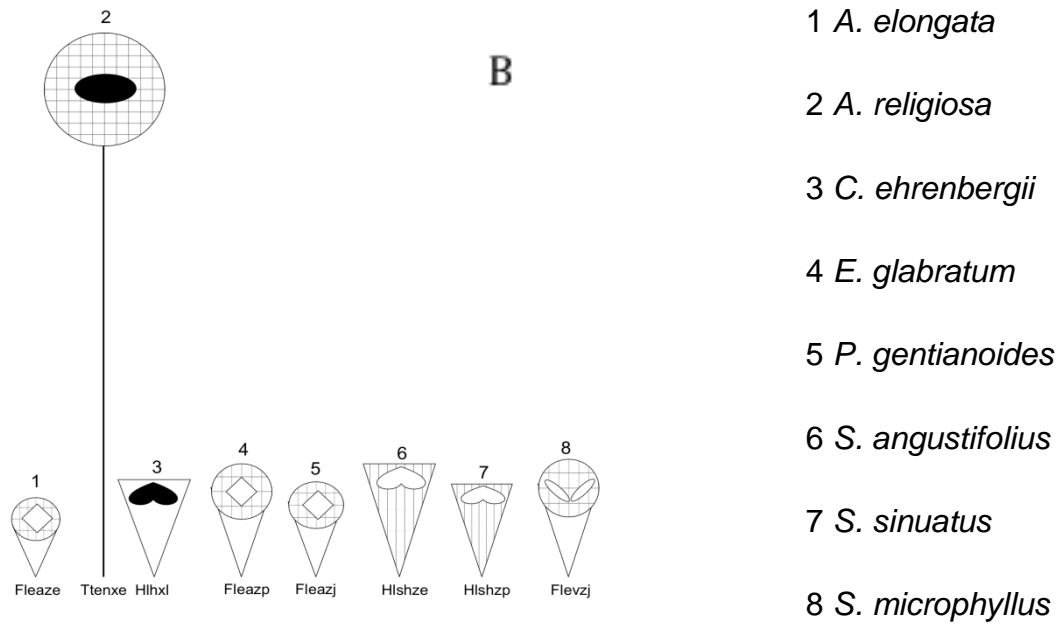


Figura 9. Esquema de Dansereau de la zona B.

En este esquema es posible observar una sola forma arbórea, que corresponde con *Abies religiosa* en la zona C. En el sotobosque se presentan especies distintas a la zona A, como es el caso de *Eupatorium glabratum* y *Penstemon gentianoides*, mientras que el helecho está ausente. (Fig. 9).

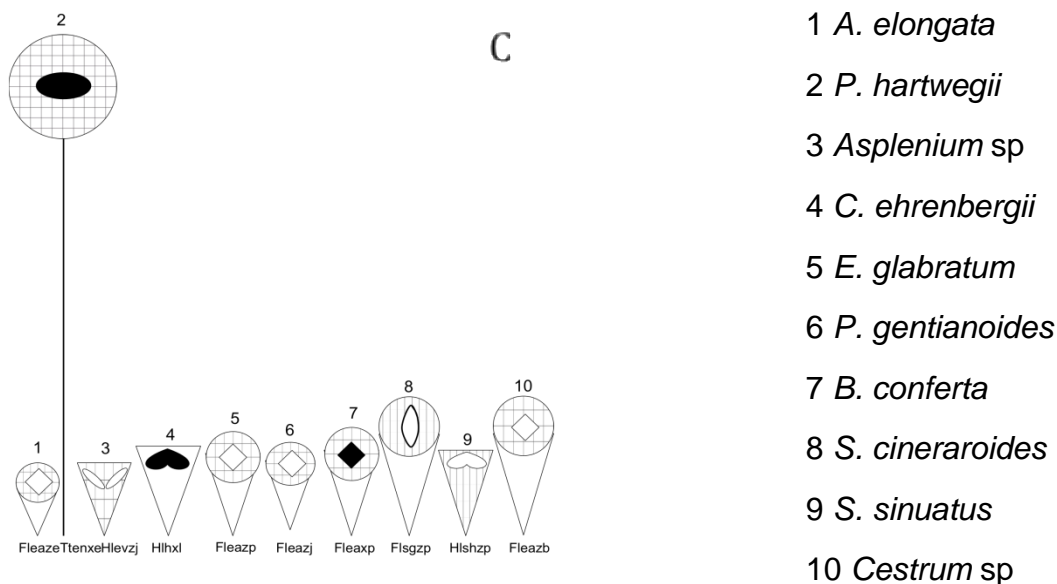


Figura 10. Esquema de Dansereau de la zona C

En el gráfico se muestra la composición florística de un bosque en el que hay una especie arbórea (*Pinus hartwegii*) en la zona C y un estrato arbustivo en el que se encuentra una especie del género *Cestrum*. Es la zona de mayor riqueza (Fig. 10).

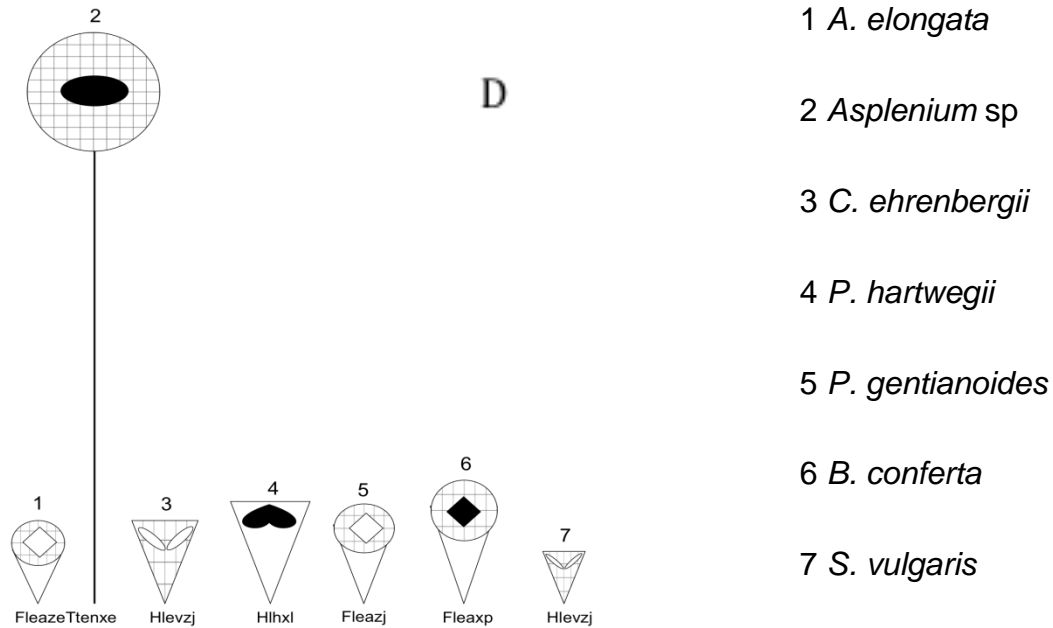
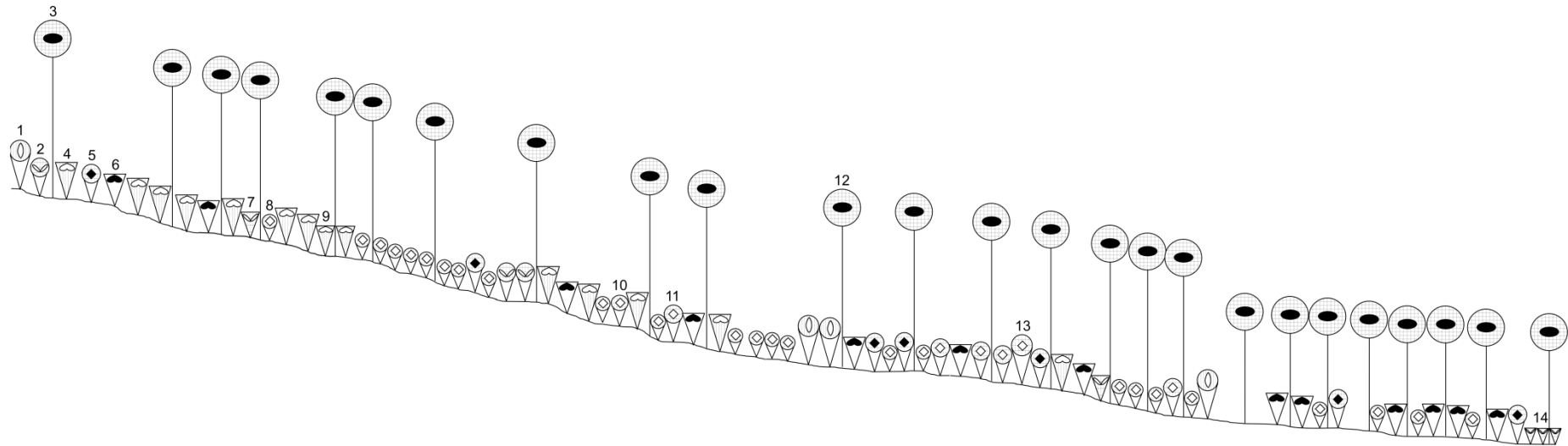


Figura 11. Esquema de Dansereau de la zona D.

En el esquema se muestra un estrato arbóreo dominado por *Pinus hartwegii* y una comunidad arbustiva en la que aparece una especie exclusiva de la zona D: *Senecio vulgaris*. (Fig. 11)

En la Fig. 12 se muestra el diagrama de Dansereau que integra a las cuatro zonas y al perfil fisiográfico correspondiente.



- | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| 1 <i>Senecio cinerarioides</i> | 8 <i>Acaena elongata</i> |
| 2 <i>Symphoricarpos microphyllus</i> | 9 <i>Senecio sinuatus</i> |
| 3 <i>Abies religiosa</i> | 10 <i>Eupatorium glabratum</i> |
| 4 <i>Senecio angulifolius</i> | 11 <i>Penstemon gentianoides</i> |
| 5 <i>Baccharis conferta</i> | 12 <i>Pinus hartwegii</i> |
| 6 <i>Cirsium ehrenbergii</i> | 13 <i>Cestrum sp</i> |
| 7 <i>Asplenium sp</i> | 14 <i>Senecio vulgaris</i> |

Figura 12. Perfil fisiográfico de la comunidad vegetal del área de estudio, correspondiente al bosque templado del Municipio de Isidro Fabela

Pirámides de edades (Figs. 13 a 16)

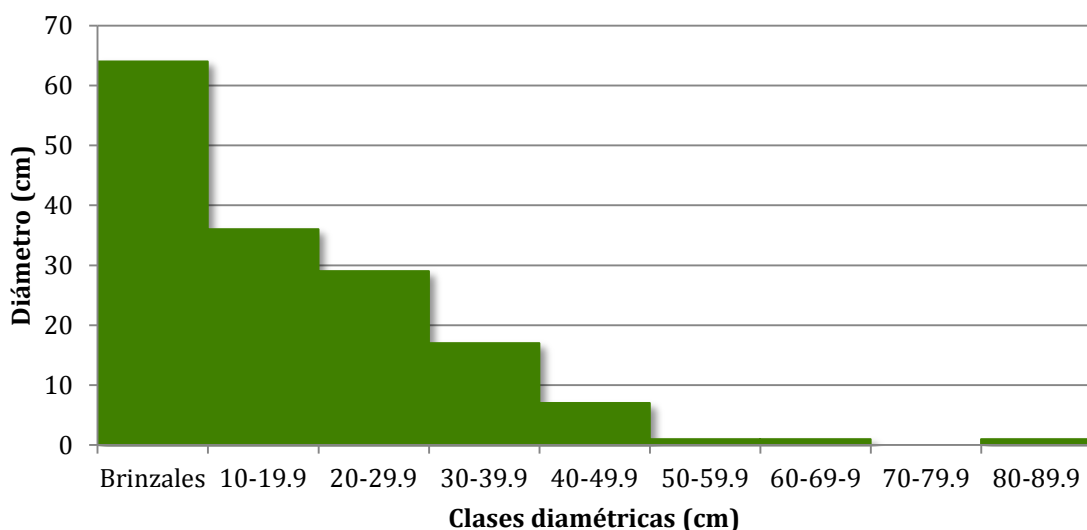


Figura 13. Pirámide de edades del bosque de *Abies religiosa*.

La localidad “A” presenta una distribución diamétrica con un comportamiento típico de “J” invertida, mostrando una proporción de edades que disminuyen más o menos gradualmente conforme aumenta la edad de los individuos (Fig. 13).

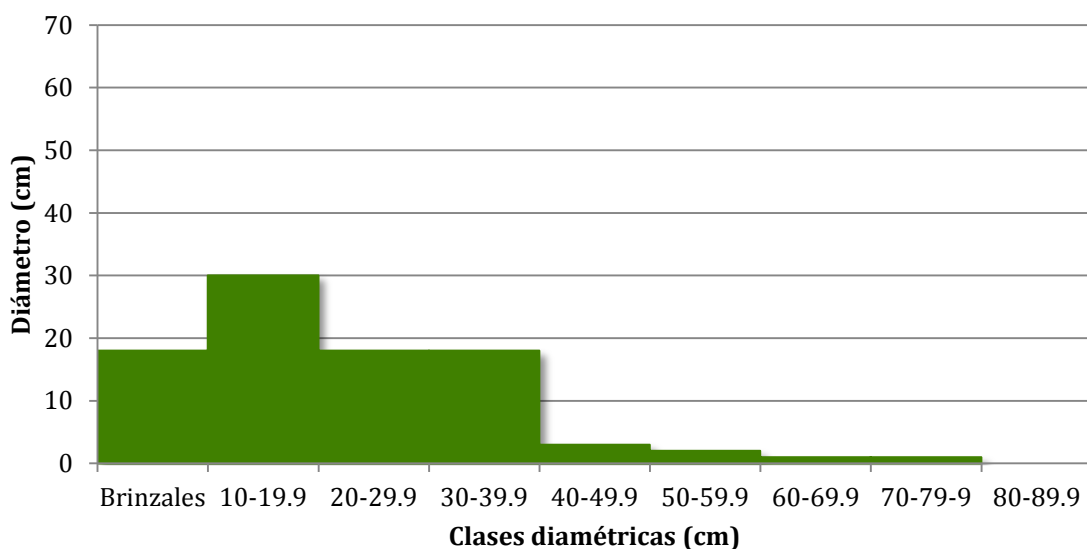


Figura 14. Pirámide de edades del bosque de *Abies religiosa* perturbado por la actividad de tala.

Cuando nos encontramos con un área que ha sido perturbada, es común que la forma de “J” se aplane, este es el caso de la zona “B”, donde además haber una cantidad menor de individuos, el número de brinzales está por debajo de los 20 por hectárea (Fig. 14).

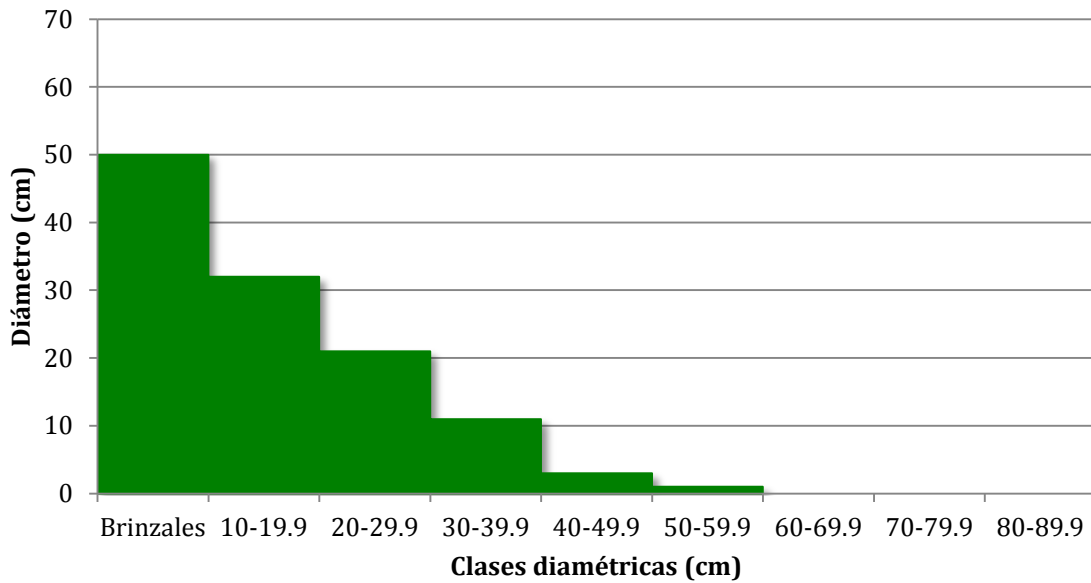


Figura 15. Pirámide de edades del bosque de *Pinus hartwegii*.

La gráfica de edades de la zona “C” responde a la forma de “J” invertida, aunque no muy pronunciada, ya que el número de brinzales es cercano a los 50, un número no muy distante a la siguiente categoría a la que le corresponden 32 individuos (Fig. 15).

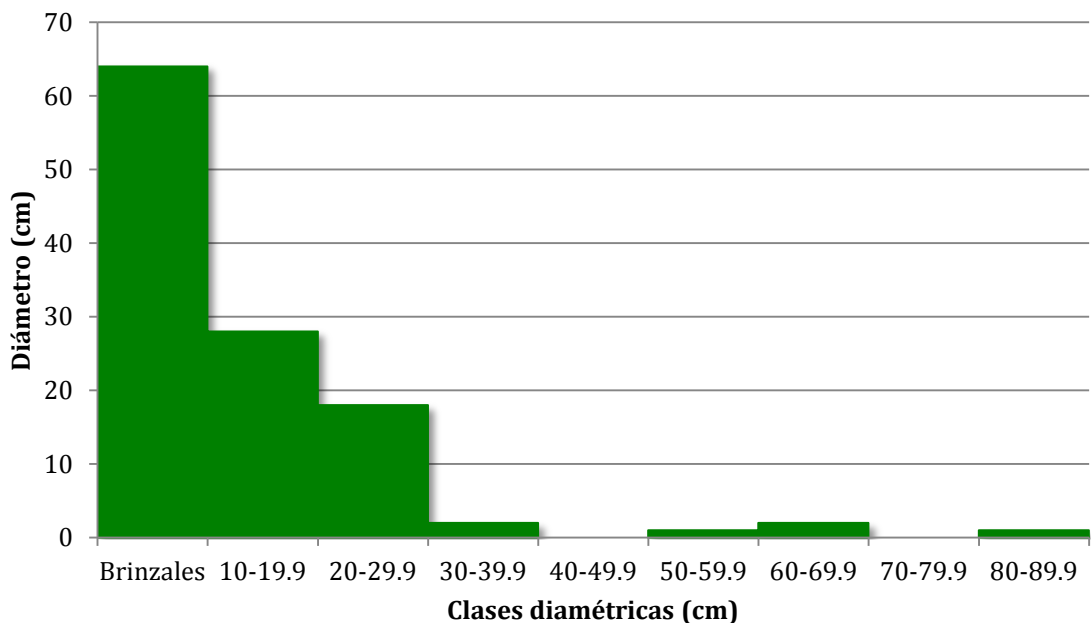






Figura 16. Pirámide de edades del bosque introducido de *Pinus hartwegii*.

Generalmente la curva que dibujan las clases diamétricas en comunidades jóvenes, como la zona “D”, tienen una pendiente más pronunciada, el número de brinzales es mayor y se puede describir como un rodal coetáneo (Fig. 16).

Estado fitosanitario

La Tabla 4 resume el estado sanitario de las cuatro zonas.

Tabla 4. Categorías del estado sanitario del arbolado de las cuatro zonas de estudio.

<i>Abies religiosa</i>			
			
Follaje: Bueno	Fuste: Regular	Follaje: Regular	Fuste: Malo
<i>Pinus hartwegii</i>			
			
Follaje: Bueno	Fuste: Bueno	Follaje: Regular	Fuste: Bueno

En general, la comunidad arbórea de *Pinus hartwegii* exhibe un estado fitosanitario bueno, con excepción de una condición regular en el follaje del área D, por otra parte, en la zona A hay un mejor estado fitosanitario en comparación con su contraparte perturbada, donde el estado del fuste es malo y el follaje regular.

La Fig. 17 muestra el número de tocones por zona, como un indicador de perturbación por tala.

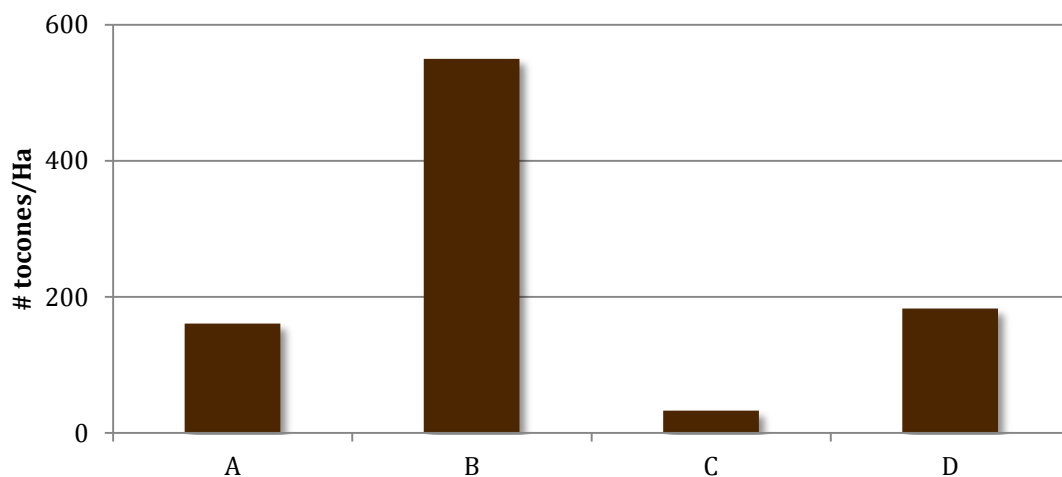


Figura 17. Promedio del número de tocones encontrados por hectárea en cada zona de estudio.

Se muestra que la mayor cantidad de tocones corresponde a la zona B (550 tocones/Ha), la cual está destinada a la tala, sin embargo, el ANOVA indica que no hay diferencia significativa entre los sitios ($p < 0.05$).

Listado de especies fúngicas

Hasta el momento se tienen identificadas 65 especies de hongos, el género más representado es *Amanita* con seis especies, seguido de *Russula*, *Boletus* y *Ramaria*, lo que en su conjunto representa el 30.1% de la diversidad registrada en la zona de estudio (Tabla 5).

Tabla 5. Diversidad fúngica de la zona de estudio.

<i>Agaricus Augustus</i> Fr.	<i>Lactarius deliciosus</i> L. ex Fr.Gray.
<i>Amanita fulva</i> (Schaeff.) Secr.	<i>Lactarius rufus</i> (Scop.) Fr.
<i>Amanita gemmata</i> (Fr.) Bertill.	<i>Lactarius salmonicolor</i> Heim & Lecl.
<i>Amanita Caesarea</i> (Scop.) Pers.	<i>Lactarius scrobiculatus</i> (Scop.) Fr.
<i>Amanita muscaria</i> (L.:Fr.) Lam.	<i>Leotia lubrica</i> (Scop.) Pers.
<i>Amanita rubescens</i> Pers. ex Fr.	<i>Leotia viscosa</i> Fr.
<i>Amanita vaginata</i> (Bull.) Lam.	<i>Lycogala epidendrum</i> (L.) Fr.
<i>Auricularia cornea</i> Ehrenb.	<i>Lycoperdon pusillum</i> Hedw.

<i>Boletus edulis</i> (Bull.)Fr.	<i>Macrolepiota procera</i> (Scop.) Singer.
<i>Boletus erythropus</i> Pers.	<i>Marasmius androsaceus</i> (L.) Fr.
<i>Boletus pseudoregius</i> Hubert.	<i>Mycena pelianthina</i> Quél.
<i>Boletus regius</i> Krbh.	<i>Mycena pura</i> (Pers.) P. Kumm.
<i>Calocera cornea</i> (Batsch) Fr.	<i>Mycena purpureofusca</i> Sacc.
<i>Cantharellus cibarius</i> Fr.	<i>Phellodon niger</i> (Fr.) P.Karst.
<i>Clavicornia pyxidiata</i> Pers.	<i>Pholiota limonella</i> (Peck) Sacc.
<i>Clitocybe clavipes</i> Pers. (P.Kumm).	<i>Porphyrellus porphyrosporus</i> (Fr.&Hök) Gilbert.
<i>Clitocybe gibba</i> (Pers.: Fr.) Kummer	<i>Pseudohydnum gelatinosum</i> (Scop.) P.Karst.
<i>Coprinus stercoreus</i> Fr.	<i>Ramaria flava</i> Quél.
<i>Cortinarius collinitus</i> (Pers.)Fr.	<i>Ramaria Formosa</i> (Pers.) Quél.
<i>Cortinarius violaceus</i> (L.: Fr.) Gray.	<i>Ramaria sp</i>
<i>Cyptotrama chrysopeplum</i> (Berk.&M.A.Curtis) Singer	<i>Ramaria stricta</i> (Pers.) Quél.
<i>Geastrum saccatum</i> Fr.	<i>Russula brevipes</i> Peck.
<i>Gomphus floccosus</i> (Schwein.) Earle	<i>Russula cyanoxantha</i>
<i>Gyromitra esculenta</i> (Pers. ex Pers.) Fr.	<i>Russula emetica</i> (Schaeff.) Fr.
<i>Helvella crispa</i> (Scop.) Fr.	<i>Russula integra</i> (L.) Fr.
<i>Helvella lacunosa</i> Afzelius.	<i>Russula sp</i>
<i>Hydnum imbricatum</i> L.	<i>Scutellinia scutellata</i> (L.) Lamb.
<i>Hydnum repandum</i> (L.) Fr.	<i>Stereum ostrea</i> Blume &T. Nees ex Fr.
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i> (Wulfen) Maire.	<i>Tremella foliacea</i> Pers.
<i>Hypholoma fasciculare</i> (Huds.:Fr.) P. Kumm.	<i>Tremella lutescens</i> Pers.
<i>Inocybe cookei</i> Bres.	<i>Tricholoma terreum</i> (Schaeff.) P. Kumm.
<i>Laccaria laccata</i> (Scop.) Cooke	<i>Xeromphalina campanella</i> (Batsch) Maire.
<i>Laccaria amethystina</i> Huds.	

Grupos funcionales fúngicos

Más del 50% de la comunidad fúngica pertenece al gremio de organismos formadores de micorrizas (específicamente hongos ectomicorrízicos HEM), seguido en proporción, de las especies saprobias y finalmente los hongos parásitos, los menos representados (Fig. 18).

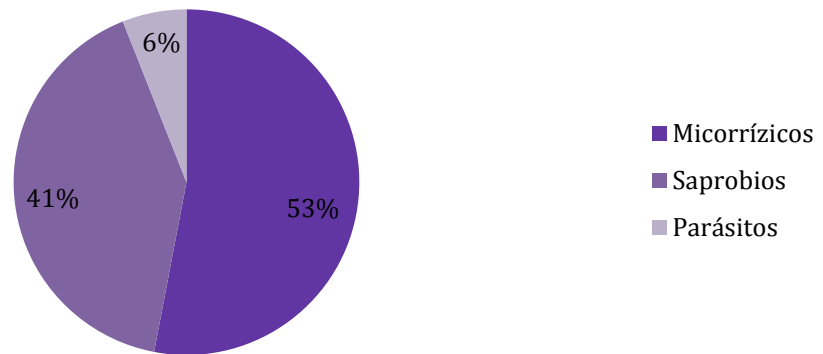


Figura 18. Clasificación por grupo funcional de los hongos encontrados en la zona de estudio.

La cantidad y el tipo de especies fúngicas difiere en cada área de estudio. El mayor número de hongos formadores de ectomicorrizas se encuentra en la zona A con 23 especies, seguido del bosque de *Pinus hartwegii* en condiciones similares (14 especies); por otra parte, en D hay ausencia de organismos saprobios y dos especies parásitas (Fig. 19).

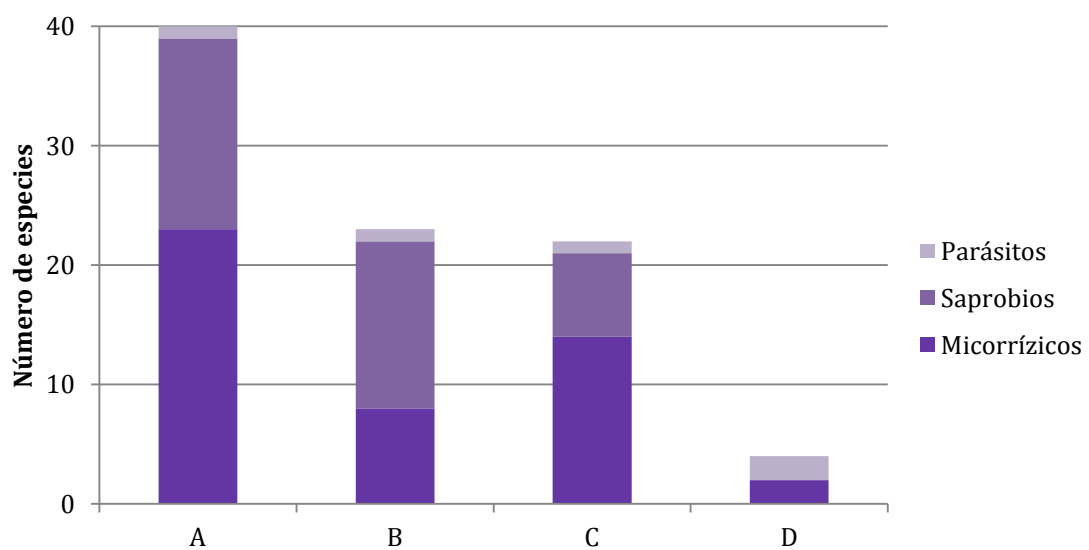


Figura 19. Número de especies fúngicas por zona y grupo funcional.

Similitud (Fig. 20)

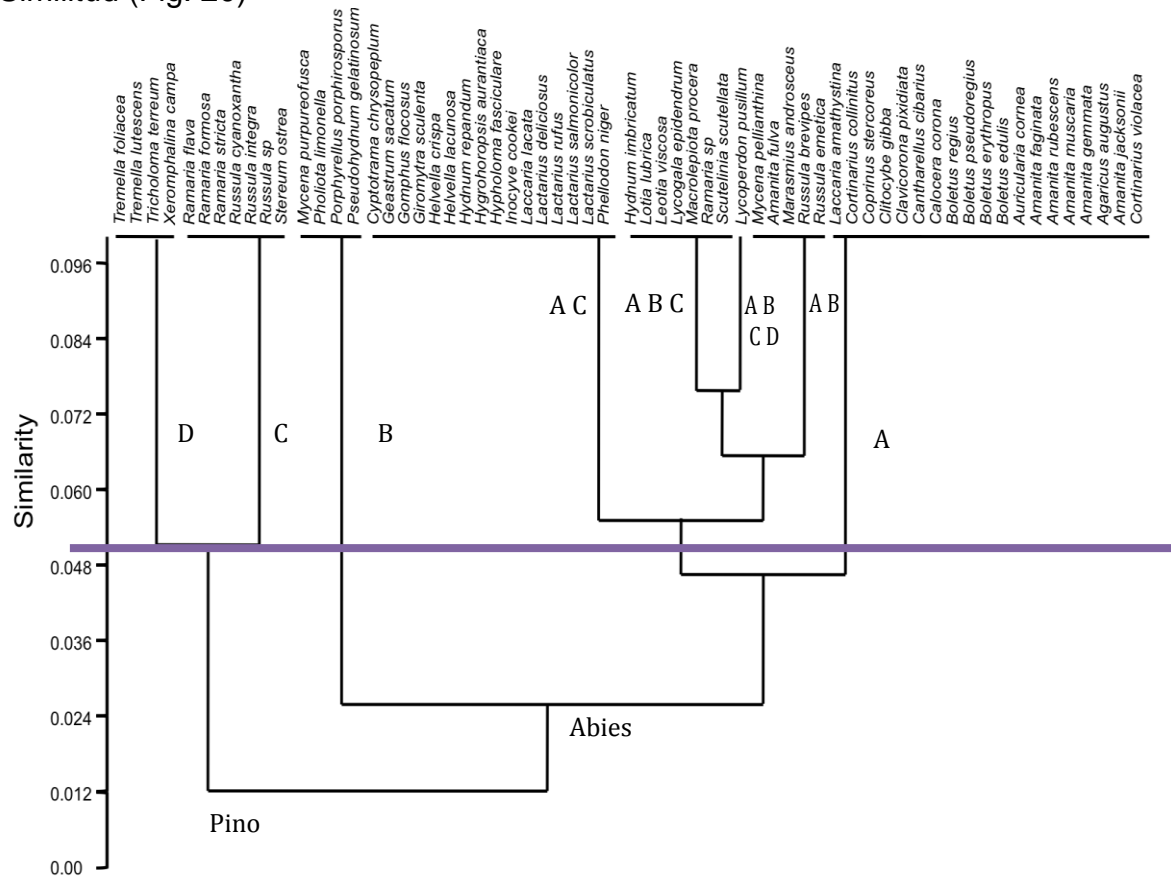


Figura 20. Índice de similitud entre las zonas de estudio, según la diversidad fúngica.

En el dendrograma se pueden observar cinco agrupaciones de hongos por la ubicación que tienen en cada uno de los sitios de estudio: uno de los conjuntos abarca cuatro especies exclusivas de la zona reforestada y otro se compone de siete organismos distribuidos únicamente en la zona C. En el tercer grupo hay cuatro especies que se encuentran en el área de Oyamel correspondiente a la zona B, mientras que el cuarto está compuesto por especies que son comunes entre los diferentes parajes boscosos. Por último, se observa al más numeroso de los grupos, conformado por 19 especies de hongos que se encuentran solamente en el área de *Abies religiosa* en buenas condiciones (A).

Análisis de Componentes Principales

Las variables consideradas para el ACP corresponden a las características edafológicas y las especies fúngicas, lo cual fue asociado a dos ejes que explican el 80.43% de la variabilidad total. En este gráfico se puede apreciar un pequeño grupo de hongos correspondientes a la zona C (géneros *Xerophilidiána*, *Tremella* y *Tricholloma*) asociados positivamente con el pH. Por otra parte, hacia la zona C, se ubica un grupo de géneros principalmente saprobios que se vinculan con la materia orgánica. Con respecto al sitio A, hay un conjunto de especies que tienden a asociarse positivamente al P y el Ca, son mayoritariamente micorrízicos y de los géneros *Boletus* y *Amanita* principalmente (Fig. 21).

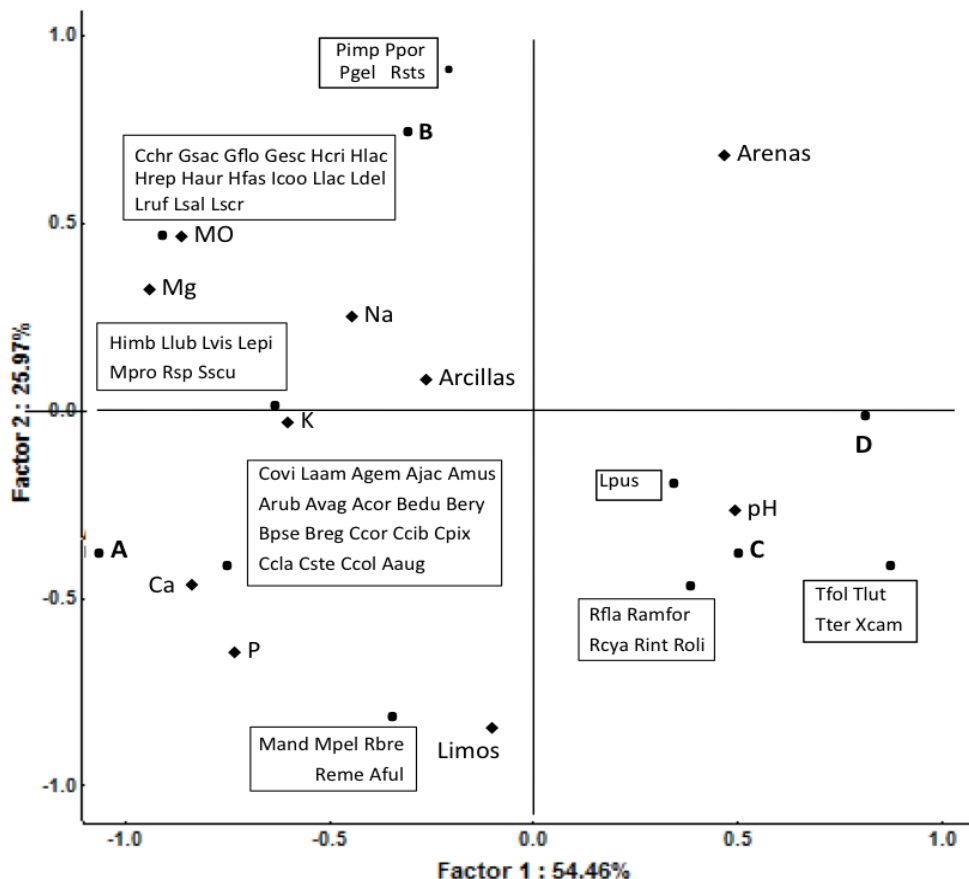


Figura 21. ACP, que asocia las variables edafológicas con la diversidad fúngica.

Existe una relación directamente proporcional entre las partes por millón de fósforo disponible y el número de especies de hongos ectomicorrízicos; por lo tanto, en la zona A se encuentra la mayor concentración éste nutriente, así como la mayor riqueza de HEM (Fig. 22).

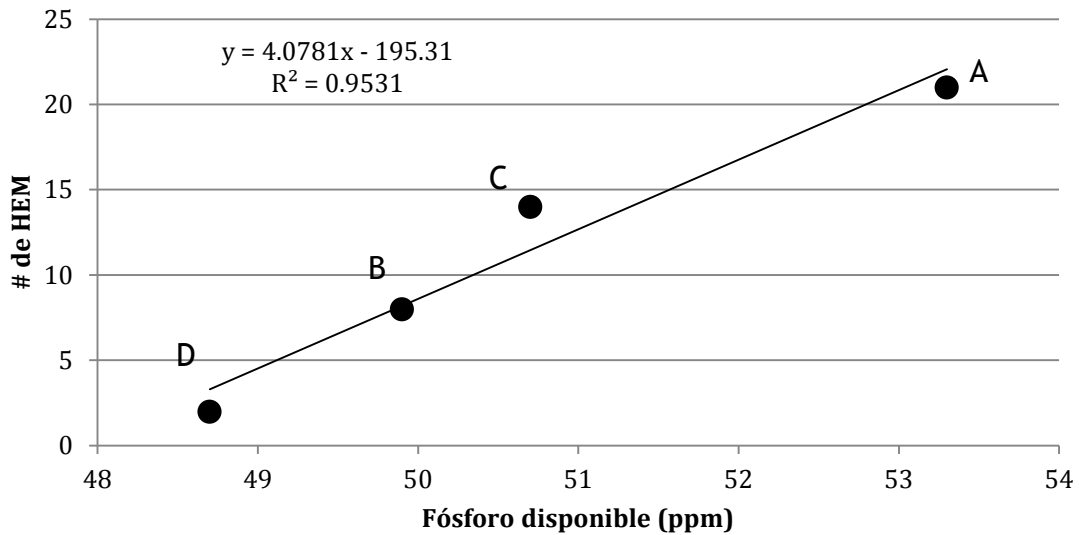


Figura 22. Relación de la cantidad de fósforo disponible y el número de HEM por zona. El modelo de correlación y el diagrama de dispersión correspondiente muestran que el calcio es un componente del suelo estrechamente relacionado con el número de HEM, destacando la relación que existe en la zona A, donde hay tanto mayor concentración de Calcio, como riqueza de HEM (Fig. 23).

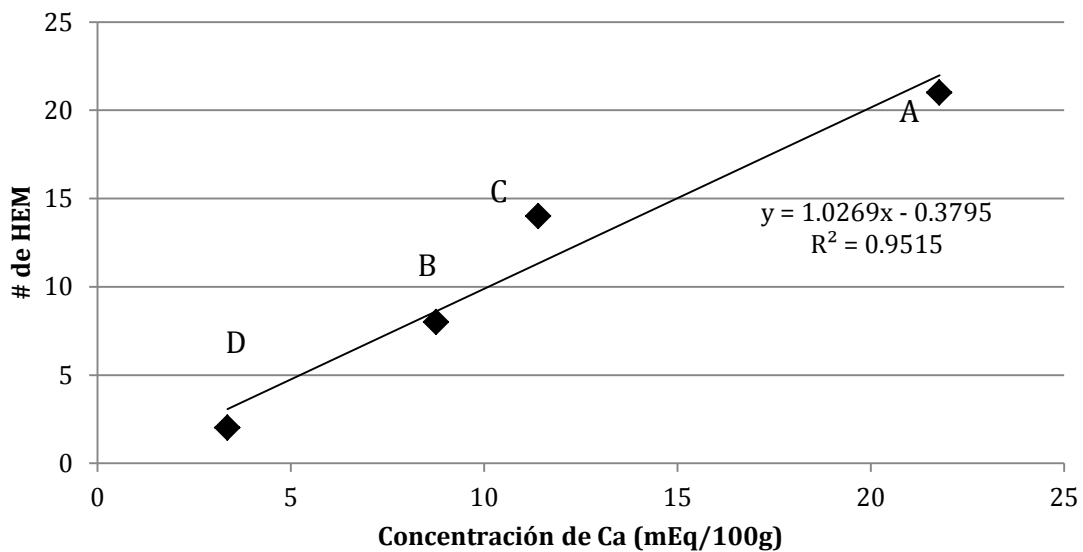


Figura 23. Relación de la concentración de calcio en suelo y el número de HEM por zona.

Hongos micorrízicos arbusculares (HMA)

A pesar de los amplios valores de desviación estándar, en la Fig. 24 se puede ver que el número de esporas HMA presentes por unidad de suelo es mayor en las zonas boscosas correspondientes a B y D, llegando a valores de 570 y

hasta 1068 respectivamente. El ANOVA para la cantidad de esporas en suelo señala diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre zonas.

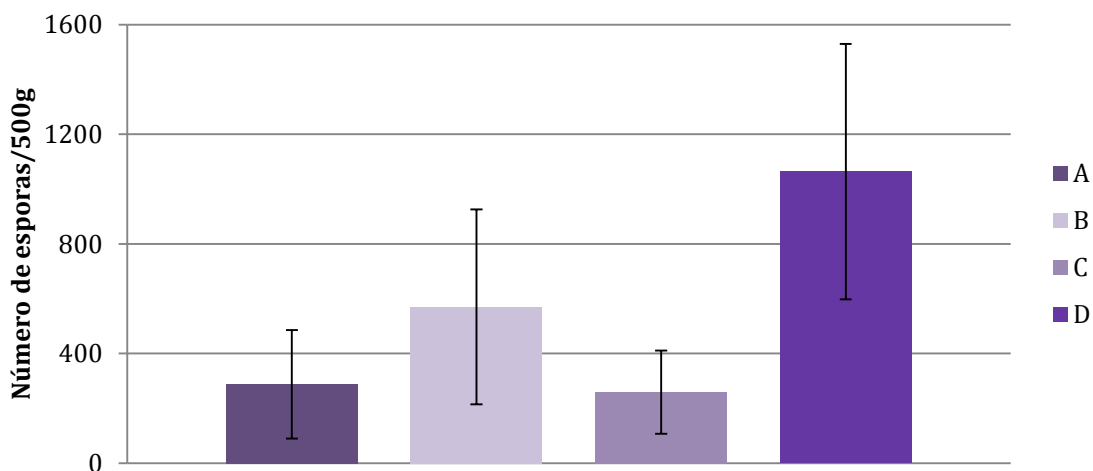


Figura 24. Número promedio de esporas ende 500g de sustrato por sitio.

Se observa que hay una tendencia a ser mayor la proporción de raíces colonizadas por HMA en zonas de estudio descritas como perturbadas, donde hay raíces de especies vegetales con un 38.7% y 47.7% de colonización por HMA en B y D respectivamente. A través del ANOVA se identifican diferencias significativas ($p < 0.05$). (Fig. 25)

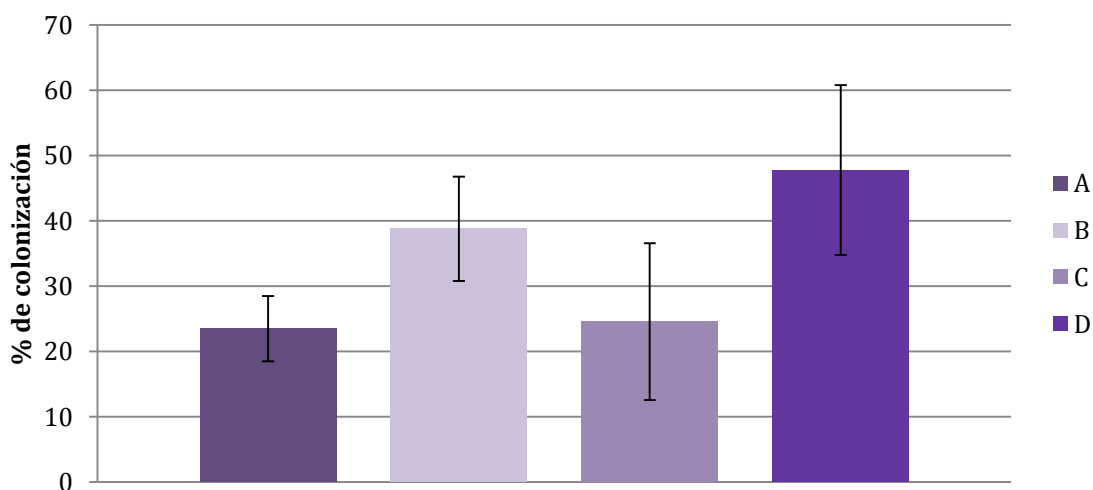


Figura 25. Porcentaje de raíces vegetales colonizadas por HMA

Productividad

La mayor cantidad de carpóforos puede ser colectada en la zona A y corresponde a 7.5 kg/Ha, seguido de C, con 5.5 kg/Ha. Por otro lado, en la zona D la productividad es de poco más de 2 kg/Ha; la menor en toda la zona

de estudio. El ANOVA de un factor con valor de $p < 0.05$ indica que hay diferencias significativas entre la productividad por sitio (Fig. 26).

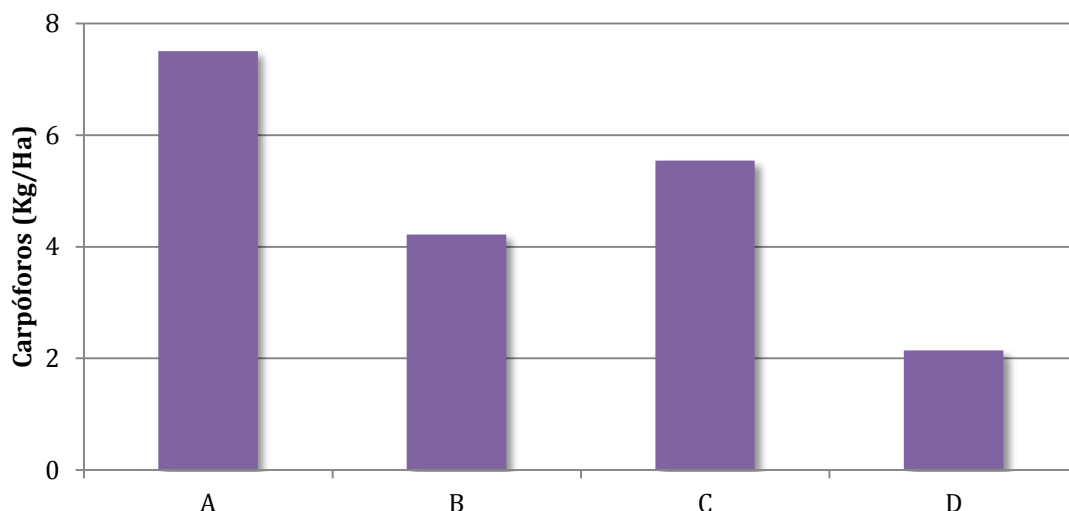


Figura 26. Cantidad potencial de carpóforos en cada localidad estudiada.

Al comparar el área de *Abies religiosa* en buenas condiciones (A), respecto al área perturbada por la tala (B), es posible observar que hay un menor número de árboles, con menor diámetro y de menor altura, lo que tiene consecuencias en la disminución de la cantidad de carpóforos. La línea de tendencia muestra que hay una relación directamente proporcional entre las variables dasométricas y la productividad (Fig. 27).

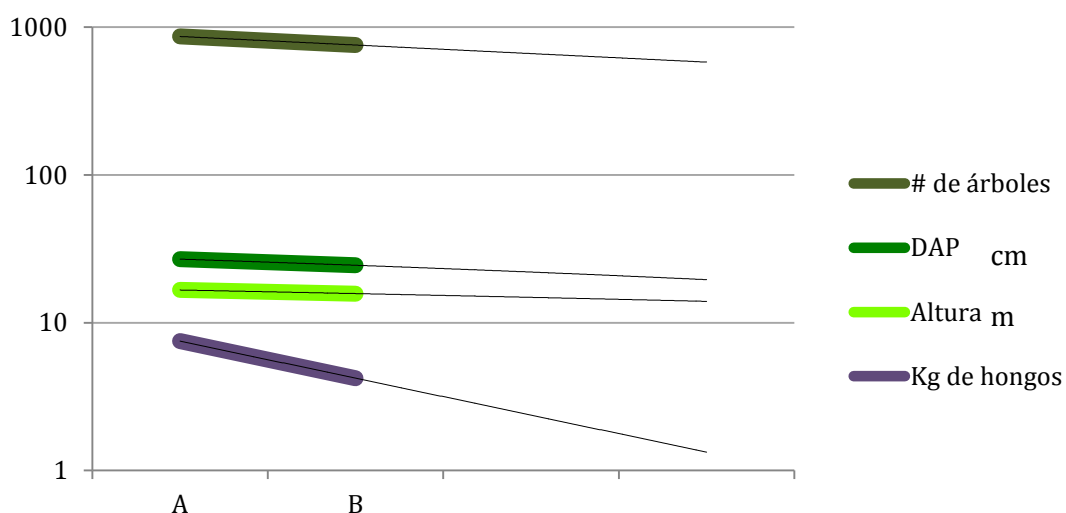


Figura 27. Relación de las características dasométricas y la cantidad de carpóforos de las zonas de bosque de *Abies*.

Al contrastar las zonas de *Pinus hartwegii*, se muestra que, a pesar de no

haber una diferencia importante en el número de árboles, cuanto mayor es el diámetro a la altura de pecho, la altura y la cobertura, existe un incremento en kilogramos de carpóforos, por lo que, según los datos y la proyección de la gráfica, hay una relación directamente proporcional entre las características de la comunidad vegetal y la productividad (Fig. 28).

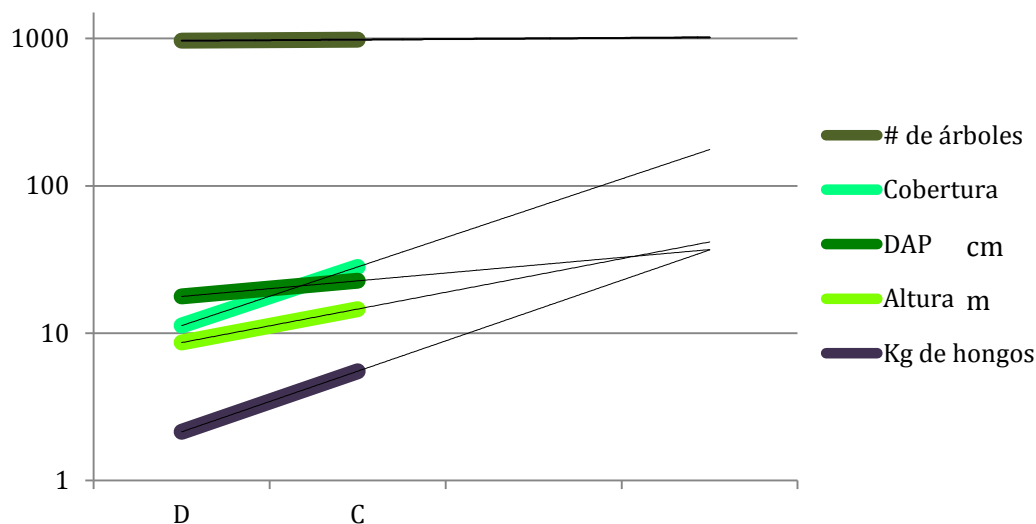


Figura 28. Relación entre las propiedades del arbolado y la cantidad de carpóforos de las zonas de bosque de *Pinus*.

Análisis de correspondencia canónica

Las variables consideradas en el ACC se asocian a dos ejes que explican el 78.13% de la variabilidad total (Fig. 29). Las relaciones observables en el análisis permiten identificar que en el sitio A el Fósforo y el Calcio son nutrientes esenciales al hablar de productividad (kg de hongos/Ha) en el sistema y que los hongos correspondientes a esta zona son principalmente formadores de ectomicorrizas, lo que se corrobora con la proximidad de esta variable. También hay una agrupación de características correspondientes a la diversidad, el estado fitosanitario del fuste y el número de árboles, que destacan por su cercanía con la zona C, que es reconocida anteriormente como la de mayor diversidad vegetal. Por otra parte, se observa que la proporción de hongos saprobios está fuertemente asociada a la cantidad de materia orgánica. Además de una tendencia inversa en el porcentaje de HEM, con respecto a la colonización de HMA. Y finalmente, que la zona D

(reforestada) y su respectiva riqueza fúngica, se encuentran desvinculadas de las características propias del ecosistema.

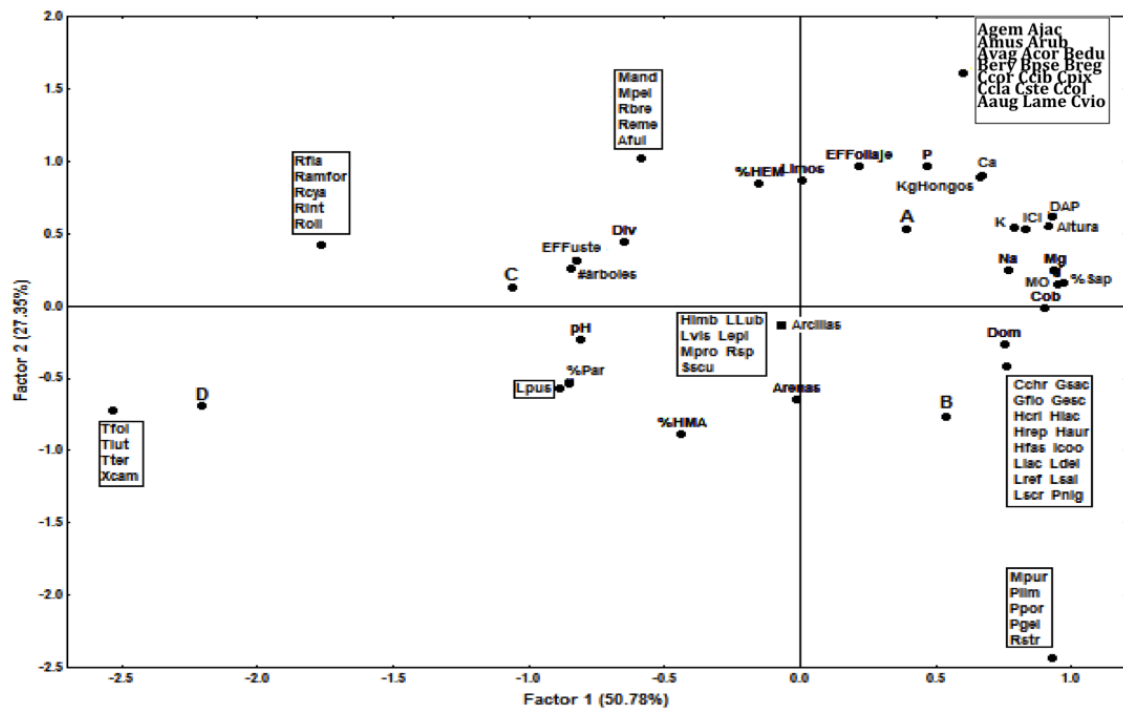


Figura 29. Análisis de Correspondencia canónica (ACC). El nombre de los organismos se codificó con la primera letra del género y tres correspondientes a la especie.

2.7 Discusión

El área de estudio presenta una fitodiversidad baja, pero con resultados similares a los encontrados por López Hernández *et al.* (2017) en bosques templados del estado de Puebla; por Granados y colaboradores (2014) en bosques de Pino-Encino de la Sierra de Monte Alto en el Centro de México y García-Cepeda y cols. (2016) en bosque de *Abies religiosa* de la cuenca presa Guadalupe, Estado de México. Lo cual indica que es correspondiente con la composición florística de una zona climática y topográfica como la de estudio, donde las especies predominantes son pino y oyamel.

Las familias Asteraceae y Pinaceae son las de mayor número de especies, lo cual responde a las características de un bosque de estructura simple, de una especie dominante y exclusiva del estrato arbóreo: *Abies religiosa*. El mismo caso se da en el área de distribución de *Pinus hartwegii*, el cual se presenta como un bosque puro. Esto se debe a que ambas especies, rara vez están mezcladas con otras especies de árboles (Rzedowski *et al.*, 2005; Lara-

González *et al.*, 2009) y el sotobosque está compuesto de un reducido número de especies, principalmente de la familia Asteraceae, lo cual coincide con lo registrado por otros autores (Cuevas-Guzmán *et al.*, 2011) y el caso presente.

La mayoría de los géneros de herbáceas y arbustos que fueron registrados, son comunes en los oyametales y pinares de otras áreas de México (Rzedowski *et al.*, 2005; Sánchez-González *et al.*, 2004; Encina-Domínguez *et al.*, 2008; Cuevas-Guzmán *et al.*, 2011).

Es importante destacar que la distribución y abundancia de las especies no es homogénea y responde a la preferencia de ambientes, tal es el caso de *Eupatorium glabratum* y *Baccharis conferta*, cuya abundancia es mayor en los bordes entre el bosque de Oyamel y el bosque de Pino (Granados *et al.*, 2014). Respecto a *Cirsium ehrenbergii*, parece verse favorecida con el aumento de la radiación solar, por lo que su abundancia en el bosque de Pino es mayor, especialmente en la zona de reforestación (Islas-Madrid *et al.*, 2012). Mientras que *Senecio vulgaris*, según Rzedowski *et al.* (2005), es una maleza que se encuentra a orillas de camino, lo cual se confirma al encontrarla sobre la carretera colindante con el área reforestada.

Otra especie a señalar es *Acaena elongata*, debido a que su alta abundancia, se encuentra relacionada con cierto grado de alteración (García-Cepeda *et al.*, 2016), sin embargo, aunque es una especie que fue encontrada en todas las zonas de estudio, su abundancia no tiene un patrón proporcional a la perturbación ya que en la zona de tala en el Bosque de *Abies religiosa*, su biomasa es menor, muy probablemente por el arrastre continuo de los organismos talados, lo cual impide el desarrollo de las especies arbustivas y herbáceas.

En cuanto a otras características correspondientes a la estructura del arbolado, la distribución de diámetros en las zonas de estudio presenta diferencias al comparar entre escenarios de conservación-perturbación. Se distingue un área de Pino y otra de Oyamel (A y C), que tienen una estructura de J invertida, por lo que hay una mayor cantidad de brinzales, mientras que el número de individuos viejos disminuye considerablemente. Esto es un indicador de un estado de auto regeneración natural, coherente con un proceso

de desarrollo hacia una etapa de crecimiento y productividad más avanzado (Imaña-Encinas *et al.*, 2011; López-Hernández *et al.*, 2017) y habla de especies estables en este sitio.

En el paraje reforestado se presenta una distribución diametral con asimetría a la izquierda, característica de bosques naturales, pero con una particular pendiente negativa, como lo describen Bannister y colaboradores (2008), lo que se explica al ser resultado de un ejercicio de repoblación en el que fueron plantados muchos organismos de una misma edad en un tiempo determinado.

Por otra parte, la distribución diamétrica anormal y el alto número de tocones que se presenta en la zona B, indica un aprovechamiento selectivo de individuos de *Abies religiosa*, una especie maderable que una vez que alcanza diámetros comerciales es derribada (Juárez-García *et al.*, 2015). También es observable el reducido número de brinzales y es que según lo mencionado en el trabajo de Lara-González *et al.* (2009), *A. religiosa* se regenera más exitosamente bajo el dosel de *B. conferta*, especie prácticamente inexistente en el área en cuestión, además de que el tránsito continuo de trabajadores y maquinaria que se desplazan en el área, contribuyen a la insuficiente auto regeneración, lo cual compromete la capacidad para la recuperación de la densidad y la estructura del bosque (Imaña Encinas *et al.*, 2011).

La baja tasa de reclutamiento en esta zona en particular (B), más el considerable porcentaje de daños mecánicos en el fuste y el desbalance de copa que se detecta en el área, como resultado principalmente de las actividades de tala, vulneran el vigor de la comunidad forestal, por lo que ante un disturbio natural o antropogénico que conlleve a la inestabilidad, se dispararía la decadencia del arbolado, pudiéndose presentar síntomas como el decaimiento del follaje superior de la copa, la reducción del crecimiento del árbol, la irregularidad o asimetría de copa, la invasión por hongos, el desprendimiento de la corteza y la degradación de las raíces y micorrizas (Granados-Sánchez *et al.*, 2011).

En lo referente al área reforestada, se considera que si un sitio se convierte en una gran cohorte de individuos similares fisiológica y genéticamente se predispone a la declinación del arbolado, ya que la homogeneización de los

árboles reduce su funcionalidad y favorece la vulnerabilidad ante el cambio climático y otras formas de tensión biótica como plagas y enfermedades (Nicholls *et al.*, 2015). Otro de los riesgos de esta zona es que, si no se promueve una reforestación sostenida a través del tiempo, la cohorte del sitio cumplirá su ciclo de vida y eventualmente llegará a la senescencia (Granados-Sánchez *et al.*, 2011). De modo que las prácticas adecuadas de reforestación cumplirán un papel importante en el mantenimiento de estas zonas.

El tipo de suelo del área de estudio corresponde con un Andosol (Plan de Desarrollo del Municipal, 2009), por lo que entre sus características presenta una densidad baja que se debe al desarrollo de una buena estructura porosa, lo que corresponde con la relación inversamente proporcional entre estas variables debido a que la porosidad disminuye como consecuencia de la reducción de los macroporos, aumentando su densidad. Estas propiedades favorecen la estabilidad estructural, buena capacidad de infiltración de agua y de penetración de las raíces y un desarrollo más acentuado de ellas (Meza-Pérez *et al.*, 2003).

El andosol es un tipo de suelo generalmente con un pH bastante ácido (Seguel *et al.*, 2008). Los niveles observados en el área de estudio son semejantes a lo encontrado por Martínez-Cruz *et al.* (2002) en horizontes deformaciones boscosas de características similares. Este factor edafológico se relaciona con los elevados contenidos de materia orgánica (MO) del sustrato (Seguel *et al.*, 2008), a excepción del paraje reforestado en el que la baja cantidad de MO responde al poco aporte de hojarasca propio de áreas en etapa de brinzal (Alvear *et al.*, 2007). Esto mismo conlleva a la reducción en la CIC, de manera que hay una menor retención y lixiviación de cationes de Ca, Mg y K en el suelo (Torres *et al.*, 2006), reflejado en los bajos valores de estas variables en el área. La pérdida de estos elementos representa una disminución muy importante de nutrimentos y en la fertilidad del suelo y que explicaría la diferencia en biomasa en pie, de especies claves (*Abies religiosa*, y *Pinus hartwegii*) y de su densidad entre sitios.

Además, tanto el Calcio, como el Potasio y el Magnesio, se consideran como indicadores químicos para determinar la calidad del suelo (Torres *et al.*, 2006),

lo cual se corrobora con los datos de la zona de *Abies religiosa* en buenas condiciones, donde la concentración de estos nutrientes es la más alta y las propiedades edafológicas parecen corresponder con tal estatus.

La MO del suelo es uno de los parámetros que incrementa el contenido de P-disponible, debido a que la inmovilización de ciertos cationes (Fe^{3+} , Al^{3+} , Ca^{2+}) deja en libertad a los iones fosfatos (Peña-Venegas *et al.*, 2007). Esto explicaría los altos niveles de fósforo disponible en la zona de estudio.

Sin embargo, el acceso de las plantas a los fosfatos es restringido y depende en gran medida de las características de su sistema radical que, en caso de ser poco desarrollado, las limitantes de absorción quedan superadas si es establecida una simbiosis con hongos formadores de micorrizas (Moyersoen *et al.*, 2001). Por esta razón hay una relación tan estrecha con la concentración de fósforo y la proporción de HEM.

Estos organismos de la rizósfera tienen capacidad de solubilizar fosfatos de calcio (fosfato tricálcico o fosfato ortocálcico), ya que buscan, localizan, penetran y disuelven ciertas rocas de manera selectiva, para extraer su calcio y otros nutrientes, en una actividad conocida como *rock-eating* (Grupo de Investigación Defensa y Aprovechamiento del Medio Natural, 2017). Por lo que es esperable que la concentración de calcio en suelo sea mayor cuanto más presencia de HEM se dé en un área determinada.

Por lo tanto, se puede decir que la disponibilidad de los nutrientes está relacionada con el aumento en el nivel de actividad biológica en el suelo (Alvera *et al.*, 2007), así como con el gremio de organismos que se desarrollan en un espacio determinado. Por ejemplo: del grupo de hongos saprobios, es reconocible la estrecha relación con la cantidad de materia orgánica, pues necesitan de sustancias en descomposición como desechos vegetales o animales para su alimentación (Frutis *et al.*, 2009). En particular de los HEM, es esperable que su biomasa sea mayor cuando las características edafológicas (concentración de fósforo y calcio en suelo), además de las condiciones para establecer las interacciones ecológicas (número de árboles, diversidad y estado de salud del arbolado) lo permitan (Marín-Castro *et al.*, 2015), lo cual es evidente en las relaciones entre variables que se establecen en el Análisis de

Correspondencia Canónica.

A la par, se espera un comportamiento antagónico entre los HMA y los HEM, puesto que se reporta que las primeras son correspondientes con los primeros meses de desarrollo de las plantas, por lo que su presencia es mayor tanto en espacios con alto reclutamiento de especies forestales, como en aquellas con cierto grado de perturbación, que requieran de las ventajas nutrimentales que puede ofrecer esta asociación para asegurar la supervivencia y establecimiento de las especies vegetales (Olivera-Morales *et al.*, 2011).

Por otro lado, la producción de macromicetos, en términos de las ecuaciones predictivas, confirman una relación con los componentes silvícolas como el número de árboles por parcela, DAP, diámetro de copa y cobertura arbórea; parámetros que obtuvieron una relación positiva con la producción de esporomas comestibles en un estudio (Velasco-Bautista *et al.*, 2010) que abarcó tres predios forestales de características similares a las del presente trabajo. Donde fue posible mostrar que la mayor densidad arbórea de una de las zonas de estudio (639 árboles/ha), coincide con la mayor productividad de carpóforos (45.6 kg en tres temporadas de lluvias).

Al comparar estos resultados, es posible observar que en el área de *Abies religiosa* en buenas condiciones (A), el número de árboles es mayor en un 26%, pero la productividad alcanza poco más del 50% de lo reportado por Velasco-Bautista y colaboradores en Tlaxcala, esto puede deberse no sólo a la densidad sino a la diversidad arbórea (7 especies maderables en el predio a diferencia de una sola en este estudio). Sin embargo, la relación positiva Abundancia-Productividad se cumple y es distinguible en el Análisis de Correspondencia Canónica.

Finalmente, gracias a este tipo de análisis que permite el estudio de las variables ambientales y de las comunidades biológicas, es posible observar que se establecen asociaciones estrechas entre dichas variables y la presencia de los diferentes gremios de hongos y su relación con las características edafológicas y de las comunidades vegetales en los sitios de estudios establecidos por gradiente de conservación-perturbación. Es una herramienta útil que aporta rigor matemático a los hallazgos de una relación entre la

estabilidad y la productividad de la comunidad vegetal en los ecosistemas con la diversidad funcional de los hongos micorrízicos (McCann, 2000).

2.8 Conclusiones

La composición florística del área de estudio corresponde con las características fisiográficas y climáticas de un bosque templado ubicado en el eje volcánico transversal.

La estructura de la comunidad vegetal responde a las características ambientales, así como a la dinámica de uso que origina su alteración.

Los factores edafológicos siguen el mismo patrón, por lo que se ven influenciados por las características del hábitat y la interacción con las comunidades vegetales y fúngicas.

La mayor diversidad de grupos funcionales, con énfasis en los HEM, corresponde con el área boscosa en mejores condiciones de conservación.

Con respecto a la productividad de carpóforos, la emergencia de los mismos se da en respuesta a las condiciones dasonómicas propias de las parcelas de estudio, específicamente a la densidad de la masa arbórea.

Se concluye que las interacciones de alto nivel, inherentes a las redes alimentarias, son de gran importancia para comprender la relación entre la diversidad y funcionalidad de los ecosistemas con la productividad y estabilidad de comunidades ecológicas enteras.

2.9 Referencias

ACB, Asociación de Cooperación en Materia de Bosques. 2012. El MFS y las múltiples funciones de los bosques. Boletín informativo sobre el MFS. 4 pp.

Acero de Mesa N. 1997. Estudio de las rizobacterias de *Vicia villosa* Roth: optimización de la productividad por técnicas biológicas. Tesis de doctorado. Ciencias Experimentales y Técnicas. Universidad San Pablo-CEU.

Ajbilou R; Marañón R; Arroyo J. 2003. Distribución de clases diamétricas y conservación de bosques en el norte de Marruecos. Investigación Agraria, Sistema y Recursos Forestales, 12: 111-123.

Álvarez-Sánchez F. J; Peña-Becerril J. C. 2009. La micorriza arbuscular como una herramienta en la restauración ecológica. En: Álvarez Sánchez F. J. (Editor). ECOLOGÍA DE LAS MICORRIZAS ARBUSCULARES Y RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS. Facultad de Ciencias UNAM. 7-20 p.

Alvear M; Reyes F; Morales A; Arriagada C; Reyes M. 2007. Actividad biológica y agregados estables al agua en dos tipos de formaciones vegetales de un bosque templado del Centro-Sur de Chile con perturbación antrópica. *Ecología Austral*, 17: 113-122.

Argüelles M. A. 2013. Efecto del suelo del bosque de *Abies religiosa* en la comunidad de hongos ectomicorrízicos en el Zarco, San Pedro Atlapulco, Estado de México. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas. Instituto de Biología, UNAM.

Ávila P. H; García I. S; Rosas A. J. L. 2015. Análisis de Componentes Principales, como herramienta para interrelaciones entre variables fisicoquímicas y biológicas en un ecosistema léntico de Guerrero, México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 2(3): 43-53.

Balvanera P. 2012. Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas*, 21(1-2): 133-147.

Bannister J. R; Le Quesne C. E; Lara A. 2008. Estructura y dinámica de bosques de *Pilgerodendron uviferum* afectados por incendios en la Cordillera de la Costa de la Isla Grande de Chiloé. *Bosque*, 29(1): 33-43.

Brundrett M. C. 2009. Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis. *Plant and Soil*, 320: 37-77.

Camargo-Ricalde S. L; Montaña N. M; De la Rosa-Mera C. J; Montaña-Arias S. A. 2012. Micorrizas: Una gran unión debajo del suelo. *Revista Digital Universitaria*, 13(7): 1-19.

Cagnolo L; Valladares G. 2011. Fragmentación del hábitat y desensamble de redes tróficas. *Ecosistemas*, 20(2-3): 68-78.

Cardinale B. J; Duffy J. E; Gonzalez A; Hooper D. U; Perrings C; Venail P; Narwani A; Mace G. M, Tilman D; Wardle D. A; Kinzig A. P; Daily G. C; Loreau M; Grace J. B; Larigauderie A; Srivastava D. S; Naeem S. 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486: 59-67.

Castañeda-Rojas M. F; Endara-Agramont S, R; Villeres-Ruiz M de L; Nava-Bernal E, G. 2015. Evaluación forestal y de combustibles en bosques de *Pinus hartwegii* en el Estado de México según densidades de cobertura y vulnerabilidad a incendios. *Madera bosques*, 21(2): 45-58.

Challenger A; Soberón J. 2008. Los ecosistemas terrestres. En: CAPITAL NATURAL DE MÉXICO, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México. 87-108 p.

Chapin F. S; Zavaleta E. S; Eviner V. T; Naylor R; Vitousek P. R; Reynolds H. L; Hooper D. U; Lavorel S; Sala O. E; Hobbie S. E; Mack M. C; Díaz S. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405: 234-242.

Claudio-García L. E. 2008. Propuesta metodológica para evaluaciones fitosanitarias de árboles. XIX Semana Nacional de la Investigación Científica. Avances en la investigación científica en el CUCBA. CUBA. 259-266.

CONABIO. 2009. Capital natural de México. Síntesis. CONABIO. México. 100 pp.

CONAFOR. <http://www.conafor.gob.mx/web/temas-forestales/servicios-ambientales/> [2016].

CONAFOR. 2007. Manual de sanidad forestal. Comisión Nacional Forestal. México. 27 pp.

Coordinación General de Producción y Productividad Gerencia de Servicios Ambientales del Bosque. 2007. Proyecto Servicios Ambientales del Bosque (7375-ME: Environmental Services Project). Servicios Ambientales y Proárbol. Las Políticas Públicas para Instrumentar Programas

de Pago por Servicios Ambientales: Logros y Avances. En línea: http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgipea/01_conafor_sa_proarbol.pdf. México. 22 pp.

Crow T. R; Buckley D. S; Nauertz E. A; Zasada J. C. 2002. Effects of management on the composition and structure of northern hardwood forests in upper Michigan. *Forest Science*, 48(1): 129-145.

Cuevas-Guzmán R; Cisneros-Lepe E. A; Jardel-Peláez E. J; Sánchez-Rodríguez E. V; Guzmán-Hernández L; Núñez-López N. M; Rodríguez-Guerrero C. 2011. Análisis estructural y diversidad en los bosques de Abies de Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 1219-1233.

Del Bosque-De la Barrera F. J. 2015. Diagnóstico ambiental de un sistema agro-sivo-pastoril en Chapa de Mota, Estado de México. Tesis Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.

Encina-Domínguez J. A; Encina-Domínguez F. J; Mata-Rocha E; Valdes-Reyna J. 2008. Aspectos estructurales, composición florística y caracterización ecológica del bosque de oyamel de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 83: 13-24.

FAO. 2010. En línea: <http://www.fao.org/docrep/013/i1757s/i1757s.pdf>. Evaluación de los recursos forestales. Informe principal. Roma. [2016].

FAO. 2015. En línea: www.fao.org/forest-resources-assessment/es. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015. Roma. [2016].

FAO. 2016. El Estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra. Roma. 35 pp.

Frutis M. I; Valenzuela R. 2009. Macromicetos. En: LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DEL ESTADO DE MÉXICO ESTUDIO DE CASO. Ceballos G; List R; Garduño G; Benítez D. H; Angón C. A; San Román M. J. E. (coordinadores). Gobierno del Estado de México. México. 243-274 p.

García-Cepeda I. X; Almeida Leñero L; Ávila-Akerberg V. 2016. Estimación del almacenamiento de carbono y la percepción social de los servicios ecosistémicos que brinda el bosque de *Abies religiosa* de la cuenca presa Guadalupe, Estado de México. *Teoría y Praxis*, 9: 65-93.

Gobierno del Estado de México. 2008. Bases de Diagnóstico. Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y vulnerabilidad del Estado de México ante el Cambio Climático Global. Secretaría del Medio Ambiente. México. 128 pp.

Granados G; Serrano G. D; García-Romero A. 2014. Efecto de borde en la Composición y en la Estructura de los Bosques Templados. Sierra de Monte-Alto, Centro de México. *Caldasia*, 36(2):269-287.

Granados-Sánchez D; López-Ríos G. F. 2001. Declinación forestal, *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 7(1): 5-13.

Grupo de Investigación Defensa y Aprovechamiento del Medio Natural, 2017. En línea: <http://www.upm.es/observatorio/vi/index.jsp?pageac=grupo.jsp&idGrupo=240>. [2017].

Guzmán G. 1977. Identificación de los hongos: comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de la madera. Editorial Limusa. México. 452 pp.

Hernández-Cuevas L; Guadarrama-Chávez P; Sánchez-Gallén I; Ramos-Zapata J. 2008. Micorriza arbuscular: colonización intraradical y extracción de esporas. *En: TÉCNICAS DE*

ESTUDIO DE LAS ASOCIACIONES MICORRÍZICAS Y SUS APLICACIONES EN LA RESTAURACIÓN. Álvarez-Sánchez J. y Monroy Ata A. (Compiladores). Las prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 1-15p.

Herrick J. E; Schuman G. E; Rango A. 2006. Monitoring Ecological Processes for Restoration Projects. *Journal for Nature Conservation*,14: 161-171.

Imaña-Encinas J; Antunes-Santana O; Rainier-Imaña C. 2011. Estructura diamétrica de un fragmento de bosque tropical seco de la región del Eco-Museo del Cerrado, Brasil. *Colombia Forestal*, 14(1): 23-30.

Inegi.org <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/vegetacion/bc.aspx?tema=T>[2016].

Ishii H. T; Tanabe S; Hiura T. 2004. Exploring the relationships among canopy structure, stand productivity, and biodiversity of temperate forest ecosystems. *Forest Science*, 50(3): 342-355.

Islas-Madrid G. L; Rodríguez-Trejo D. A; Martínez-Hernández P. A. 2012. Diversidad del sotobosque y radiación solar en un bosque de *Pinus hartwegii* Lindl. con quema prescrita. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 4(15): 25-40.

Juárez-García A; Saragos-Méndez J. 2015. Estructura diamétrica de árboles en potreros de la región Bajo Mixe, Oaxaca. *Teoría y Praxis*. Julio-Diciembre, 131-151.

Lara-González R; Sánchez-Velásquez L. R; Corral-Aguirre J. 2009. Regeneración de *Abies religiosa* en claros del dosel versus sotobosque, Parque Nacional Cofre de Perote, México. *Agrociencia*, 43: 739-747.

Lara-Pérez L. A; Noa C. J. C; Landa L. Á de J; Hernández G. S; Oros O. I; Andrade T. A. 2014. Colonización y estructura de la comunidad de hongos micorrízicos arbusculares en *Alsophila firma* (Cyatheaceae) en bosque mesófilo de montaña en Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical*, 62(4): 1609-1623.

Lara-Vázquez F; Romero-Contreras A. T; Burrola-Aguilar C. 2013. Conocimiento tradicional sobre los hongos silvestres en la comunidad otomí de San Pedro Arriba; Temoaya, Estado de México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*,10(3): 305-333.

López-Hernández J. A; Aguirre-Calderón O A; Alanís-Rodríguez E; Monarrez-Gonzalez J. C; González-Tagle M. A; Jiménez-Pérez J. 2017. Composición y diversidad de especies forestales en bosques templados de Puebla, México. *Madera y Bosques*, 23(1): 39-51.

Marañón-Arana T; Aponte-Perales C; Pérez-Ramos I. M; Ibáñez-Moreno B; Domínguez-Núñez M. T; Ventura-García L; Gómez-Aparicio L. 2012. Interacciones árbol-suelo y funcionamiento del bosque mediterráneo: síntesis del proyecto interbos. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 35: 81-89.

Marín-Castro M. A; Silva-Díaz V; Linares-Fleites G; Castagnino A. M; Ticante- Roldán J. A. 2015. La biodiversidad de los hongos ectomicorrízicos y su importancia para la conservación del bosque en la zona poblana del Parque Nacional Malintzi. *Estudios en Biodiversidad*,17: 180-195.

Martínez-Cruz A; Carcaño-Montiel M. G; López-Reyes L. 2002. Actividad biológica en un transepto altitudinal de suelos de la Malinche, Tlaxcala. *Terra*, 20: 141-146.

McCann K. 2000. The Diversity-stability debate. *Nature*, 405: 228-233.

Meza-Pérez E; Geissert K D. 2003. Estructura, agregación y porosidad en suelos forestales y cultivados de origen volcánico del Cofre De Perote, Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*, 5(2): 56-61.

Mireles L. P. 2009. Manual de Prácticas de Laboratorio de Edafología y Evaluación de Tierras. Universidad del Estado de México, Facultad de Planeación Urbana y Regional. 56 pp.

Moyersoen B; Becker P; Alexander I. J. 2001. Are ectomycorrhizas more abundant than arbuscular mycorrhizas in tropical health forest. *New Phytologist*, 150: 591-599.

Muñoz-Iniestra D. J; Mendoza C. A; López G. F; Soler A. A y Hernández M. M. M. 2002. Edafología Manual de Métodos de Análisis del Suelo. FES Iztacala, UNAM. México. 82 pp.

Nicholls C. I; Henao A; Altieri M. A. 2015. Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. *Agroecología*, 10(1): 7-31.

Ochoa-Meza A; Esqueda M; Fernández-Valle R; Herrera-Peraza R. 2009. Variación estacional de hongos micorrízicos arbusculares asociados con *Agave angustifolia* Haw. en la Sierra Sonorense, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 32(3): 189-199.

Olivera-Morales D; Castillo-Argüero S; Guadarrama P; Ramos-Zapata J; Álvarez-Sánchez J; Hernández-Cuevas L. 2011. Establecimiento de plántulas de *Quercus rugosa* Née inoculadas con hongos micorrizógenos arbusculares en un bosque templado de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 89: 115-121.

Osorio-Múnera J. D., Correa-Restrepo F. 2004. Valoración económica de costos ambientales: marco conceptual y métodos de estimación. *Semestre Económico*, 7(13): 159-193.

Peña-Venegas C. P; Cardona G. I; Arguelles J. H; Arcos A. L. 2007. Micorrizas Arbusculares del Sur de la Amazonia Colombiana y su Relación con Algunos Factores Físicoquímicos y Biológicos del Suelo. *Acta Amazónica*, 37(3): 327-326.

Pérez E; Medrano L. 2010. Análisis Factorial Exploratorio: Bases Conceptuales y Metodológicas. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 2(1): 58-66.

Pérez-Silva E; Herrera T. 1991. Iconografía de Macromicetos de México. I. Amanita. UNAM, Publicaciones Especiales 6. México. 136 pp.

Plan de Desarrollo Municipal. 2009. Isidro Fabela, Estado de México. 149 pp.

Quirós L; Scorza F. 2011. Estudio fitosanitario y de seguridad forestal del área de protección del lago del parque metropolitano La Sabana. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones. San José de Costa Rica. 20 pp.

Ramírez-Lozano R; Domínguez-Gómez T. G; González-Rodríguez H; Cantú-Silva I; Gómez Meza M. V; Sarquís-Ramírez J. I; Jurado E. 2013. Composición y diversidad de la vegetación en cuatro sitios del noreste de México. *Madera y Bosques*, 19(2):59-72.

Ruiz-Benito P. 2013. Patrones y factores subyacentes de la estructura y dinámica de bosques Mediterráneos: implicaciones teóricas y aplicadas. *Ecosistemas*, 22(3):128-130.

Rzedowski G. C. de; J. Rzedowski. 2005. Flora fanerogámica del Valle de México. 2a. ed. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Michoacán. México. 1406 pp.

Sánchez-González, A., L. López-Mata y D. Granados-Sánchez. 2004. Semejanza florística entre los bosques de *Abies religiosa* (H.B.K.) Cham. y Schltdl. de la Faja Volcánica Transmexicana. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 56:62-76.

Seguel A; Rubio R; Carrillo R; Espinosa A; Borie F. 2008. Levels of glomalin and their relationship with soil chemical and biological soil (andisol) characteristics in a relic of native forest of southern Chile. *Bosque*, 29(1): 11-22.

Shimwell D. W. 1971. The description and classification of vegetation. University of Washington Press. Washington. USA. 322 pp.

Thompson I. 2011. Biodiversidad, umbrales ecosistémicos, resiliencia y degradación forestal. *Unysilva*, 238: 62.

Torres D; Rodríguez N; Yendis N; Florentino A; Zamora F. 2006. Cambios en algunas propiedades químicas del suelo según el uso de la tierra en el Sector El Cebollal, Estado Falcón, Venezuela. *Bioagro*, 18(2): 123-128.

UNESCO/UNEP. 1978. Environmental Education Newsletter. 3:1. Francia. 10 pp.

Velasco-Bautista E; Zamora-Martínez M. C; Nieto de Pascual Pola C; Martínez-Valdez J. I; Montoya A. 2010. Modelos predictivos de la producción de hongos silvestres comestibles en los bosques de coníferas, Tlaxcala, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 1(1): 123-128.

Yepes A; Buckeridge M, S. 2011. Respuestas de las plantas ante factores ambientales del cambio climático global: revisión. *Colombia forestal*, 14 (2): 213-232.

Zamora M. M; Velasco B. E. 2007. Ecuación para estimar la producción de hongos silvestres comestibles a partir de variables dasométricas. Reporte anual de investigación e innovación tecnológica. INIFAP. 2 pp.



CAPÍTULO 3

**Transferencia de conocimiento: Implementación de una propuesta
de gestión sustentable del ecosistema forestal**

Resumen

Las iniciativas para el uso sostenible de los productos forestales no maderables, entre ellos los hongos silvestres, requieren de reorientar el manejo de los recursos hacia la disminución de los impactos negativos y el cambio del enfoque de ganancias a corto plazo, a través del examen de los diferentes aspectos de su uso, de las tendencias demográficas, las percepciones culturales, las prácticas productivas y las necesidades de las comunidades rurales con una estrecha relación de subsistencia con los recursos forestales.

Ante los argumentos anteriores, se procedió al diseño de una propuesta de manejo sustentable basada en conjuntar el conocimiento científico (diagnóstico ambiental, atributos del ecosistema y problemáticas ambientales) y el de las comunidades rurales (etnomicología y uso tradicional de los recursos) del Municipio de Isidro Fabela.

De modo que se recuperó el saber tradicional sobre los nombres comunes (44 apelativos), uso (diversos detalles y opciones para la preparación culinaria de algunas especies) y aspectos ecológicos (por temporada, ubicación y condiciones para el crecimiento de los organismos) lo cual derivó en un catálogo con la diversidad fúngica del área de estudio.

Al analizar las características de la recolección, quedó de manifiesto que es una labor que cubre necesidades básicas y también es de gran arraigo y tradición, por lo que ha sido transmitida de generación en generación, no sin mencionar que enfrenta retos ante las presiones de la modernidad y los cambios del mercado.

La transferencia se fundamentó en la integración de los diferentes dominios del conocimiento en relación con los recursos forestales. Esto dio como resultado un material didáctico en el que se presentan buenas prácticas para favorecer la recuperación del suelo, evitar la pérdida de biodiversidad y promover la permanencia del recurso fúngico, el cual se divulgó entre la población a través de talleres con el fin de incentivar la participación y el compromiso con las acciones propuestas. Un factor esencial para garantizar su éxito fue el reconocimiento de los valores culturales, tanto para el rescate de éstos como para que los habitantes se identifiquen y hagan suya la propuesta.

Abstract

Initiatives for the sustainable use of non-timber forest products, including wild mushrooms, require reorienting resource management towards reducing negative impacts and changing the short-term profit approach, through the examination of the different aspects of its use and learning more about demographic trends, cultural perceptions, productive practices and the needs of rural communities with a close subsistence relationship with forest resources.

Given the above arguments, we proceeded to design a proposal for sustainable management based on combining scientific knowledge (environmental diagnosis, attributes of the ecosystem and environmental problems) and that of rural communities (ethnomyology and traditional use of resources) of the Municipality of Isidro Fabela.

So, the traditional knowledge about the common names (44 appellatives), use (various details and options for the culinary preparation of some species) and ecological aspects (by season, location and conditions for the growth of organisms) was recovered. derived in a catalog with the fungal diversity of the study area.

When analyzing the characteristics of the collection, it was evident that it is a job that covers basic needs and is also deeply rooted in tradition, so that it has been transmitted from generation to generation, but one which is currently threatened by the challenges derived from the pressures of modernity and market changes.

The transfer was based on the integration of the different domains of knowledge in relation to forest resources. This resulted in a didactic material in which good practices are presented to favor the recovery of the soil, avoid the loss of biodiversity and promote the permanence of the fungal resource, which was disseminated among the population through workshops in order to encourage participation and commitment to the proposed actions. An essential factor to ensure its success was the recognition of cultural values, both for the rescue of these and for the inhabitants to identify themselves and make the proposal their own.

3.1 Introducción

En la actualidad, se ha resaltado la importancia de la participación de los actores locales en los procesos de conservación y manejo de los ecosistemas naturales, enfatizando que, sin la activa participación de los ciudadanos, el problema ambiental no tendría solución (Fadda, 2009). Es frecuente que en la práctica y en la mayoría de las propuestas de gestión de los recursos, el enfoque de las acciones sea casi exclusivamente técnico, de manera que la participación de las poblaciones locales ha sido poco clara o prácticamente inexistente. Sin embargo, hay experiencias en las que los pobladores han manejado exitosamente sus recursos naturales (Del Río, 2003; Guillen 2008).

Debido a la dependencia tan directa con la naturaleza, los habitantes de las poblaciones rurales cuentan con un acervo invaluable de conocimientos acerca de su territorio. Por ello, una comunidad organizada y participativa deberá ser el eje de las acciones de la conservación, mitigación, restauración y protección de los ecosistemas. Desde este punto de vista, la participación comunitaria debe ir más allá de una simple comunicación, consulta, pregunta o actividad de conservación particular en la que se involucre a los campesinos. La participación debe existir en la propia toma de decisiones sobre la conservación, el uso, el manejo y el control de los recursos naturales (Del Río, 2003; Fadda, 2009).

Por lo anterior, cuando en un área ha sido identificada la necesidad de un plan de manejo de recursos, considerando su valor biológico y ecológico, el siguiente paso es abordar las problemáticas ambientales sin olvidar la participación comunitaria, ya que es un elemento fundamental en el ejercicio de la búsqueda de estrategias sustentables, de tal manera que la implementación de las acciones no se conviertan en imposiciones sin resultados a corto y largo plazo, sino una decisión compartida y respetuosa de las necesidades de los usuarios de los recursos (Boege, 2002; ; Del Río, 2003; Challenger, 2003).

3.2 Revisión bibliográfica

El papel del conocimiento y manejo tradicional de los recursos para el establecimiento de una propuesta de gestión sustentable

De frente a la devastación actual de los ecosistemas forestales y debido a las razones utilitarias que permiten reconocer su potencial para satisfacer los requerimientos humanos de bienes y servicios esenciales, se ha intensificado la búsqueda de sistemas de manejo que aseguren la manutención de la diversidad biológica y con ello la productividad a largo plazo (Albuquerque, 1999; Jardel-Peláez, 2015; González-Espinosa *et al.*, 2012).

Sin embargo, un enfoque conservacionista de proteger fragmentos remanentes de ecosistemas forestales en áreas alejadas de la urbe, o bien, el mantenimiento de masas arboladas para el abasto industrial y del mercado, sin atender a la complejidad de los ecosistemas, no alcanzará para mantenerlos y tendrá consecuencias como la degradación de los bosques y la disminución de su productividad (González-Espinosa *et al.*, 2012; Jardel-Peláez, 2015).

Entre las propuestas generadas desde un enfoque científico, se han adoptado medidas que implican retornar a un estado pre disturbio mediante las condiciones ecológicas que garantizan la recuperación de la composición, estructura y función del ecosistema, integrando procesos a gran y pequeña escala (Herrick *et al.*, 2006). De modo que la restauración incluye acciones como:

- Identificación de taxones de conservación especial.
- Recuperación de suelos.
- Empleo de herramientas biológicas como son los microorganismos del suelo (Olivera-Morales *et al.*, 2011).

Las alternativas de recuperación de suelos que usan procesos biológicos parecen ser las más factibles. Dentro de los organismos del suelo que pueden ser utilizados para revertir o mitigar su degradación están los hongos micorrízicos, ya que incluyen y facilitan el re-establecimiento de un sistema funcional y estable a largo plazo (Guerra-Sierra, 2008).

Sin embargo, en estas propuestas se ha soslayado en gran medida, la influencia de los aspectos socioeconómicos y su importancia como parte del patrimonio cultural de los pueblos indígenas, comunidades locales y la sociedad en general, ocasionando la desvinculación de las poblaciones humanas que viven tradicionalmente de los diversos ecosistemas (Albuquerque, 1999; Jardel-Peláez, 2015).

Por esta razón es necesaria una visión o aproximación holística de la conservación de la biodiversidad que integre los aspectos biológicos y los complejos factores socioculturales (Albuquerque 1999). Tanto así que hoy en día se habla de diversidad biocultural; conformada por los conocimientos, prácticas, creencias, procesos de selección y cultivo en torno al manejo tradicional de los ecosistemas (Pardo de Santayana *et al.*, 2014).

Las mayores oportunidades para la conservación integral, se hallan en el aprovechamiento de los estudios etnobiológicos (Albuquerque, 1999), ya que la sabiduría ancestral de las culturas rurales se basa en la comprensión de los procesos y relaciones funcionales de los ecosistemas para acondicionar los recursos locales como el suelo, el agua, las plantas, los animales, los hongos, entre otros, a las necesidades culturales a lo largo de los siglos (Gómez-Espinoza *et al.*, 2006; Pardo de Santayana *et al.*, 2014).

En cuanto a la importancia de los recursos disponibles, se sabe que los productos forestales no maderables (PFNM) contribuyen más que los productos maderables al desarrollo y bienestar de las poblaciones que viven en o cerca de los bosques, pudiendo constituir la única fuente de ingresos para los habitantes más pobres, principales responsables de su extracción (Tapia-Tapia *et al.*, 2008; Boa, 2005).

Un ejemplo claro es el caso de los hongos silvestres ya que su recolección para uso alimenticio, medicinal o cultural, a nivel local o comercial agrega valor a los bosques. Por lo tanto, incrementa el incentivo a mantenerlos en vez de transformar el uso de suelo, lo que constituye una base sólida para la gestión forestal sostenible (Tapia-Tapia *et al.*, 2008; Boa, 2005).

Los hongos han sido objeto de una creciente valoración comercial. La compraventa internacional ha llevado a un amplio interés por su

sobreproducción y por el daño causado en los recursos micológicos y a los bosques. Por otro lado, aún se desconocen algunos de sus aspectos ecológicos, de manejo y biotecnológicos (Boa, 2005; Estrada *et al.*, 2009).

En México, las relaciones del aprovechamiento de los hongos por la sociedad se han estudiado desde hace casi 50 años a través de la caracterización de saberes y prácticas colectivas derivadas de observaciones empíricas y la transmisión transgeneracional del conocimiento tradicional, el cual cobra cada día mayor interés etnomicológico, ecológico (gestión sustentable) y económico (Estrada *et al.*, 2009; Lara-Vázquez *et al.*, 2013).

Es necesario hermanar el saber ecológico con el tradicional para que juntos deriven en productos tangibles (libros, manuales, trípticos, entre otras formas de organización de la información). Para la transmisión y apropiación del conocimiento sobre una realidad, es necesario para comprender los cambios que se están produciendo en el entorno, proyectar tendencias dinámicas e identificar aspectos críticos o estratégicos que permitan orientar los esfuerzos que se realizan en el proceso de generación de conocimiento y de cambio social o desarrollo comunitario (Chaparro, 2001).

Las iniciativas para el uso sostenible de los PFNM, entre ellos los hongos silvestres, requieren de reorientar el manejo de los productos forestales hacia la disminución de los impactos negativos y desechar el enfoque de ganancias a corto plazo, que promueve su sobreexplotación. Esto debe hacerse a través del examen de los diferentes aspectos de su uso y aprendiendo más acerca de las tendencias demográficas, las percepciones culturales, las prácticas productivas y las necesidades de la comunidad. Se requiere aplicar un protocolo donde se distinga los siguientes aspectos básicos (Barret, 1985):

- a) Identificación de los problemas y los factores influyentes.
- b) Establecer los objetivos.
- c) Evaluar el impacto y definir soluciones alternativas, su pronóstico y su alcance.
- d) Diseñar e Implementar la propuesta y darle seguimiento (monitoreo).

Tal protocolo demanda un manejo planificado de multi-recursos que debe contemplar los aspectos socioeconómicos, biológicos y el hábitat

(características físicas y químicas), como la unidad básica de estudio dentro de un esquema de ecosistema holístico (Barret, 1985).

Ante los argumentos anteriores, se propone, en este trabajo, conjuntar el conocimiento científico (diagnóstico ambiental, atributos del ecosistema y problemáticas ambientales) y el de las comunidades rurales (etnomicología y uso tradicional de los recursos) a través de propuestas basadas en políticas de aprovechamiento, conservación, protección y restauración de carácter comunitario e individual (Boa, 2005; Guzmán-Chávez, 2006; Tapia-Tapia *et al.*, 2008; Domínguez-Romero *et al.*, 2015).

Si hay una relación directamente proporcional entre la diversidad de los grupos funcionales macrofúngicos y el grado de perturbación antropogénica, entonces el ambiente más perturbado será aquel donde se encuentre la menor diversidad de grupos fúngicos y el menor número de carpóforos, por lo tanto, la perturbación se verá reflejada en la reducción de la disponibilidad de bienes.

La recuperación de la capacidad de producción de hongos en las zonas perturbadas requerirá de propuestas que incluyan y comprometan a la comunidad rural para asegurar el abasto.

3.3 Objetivos

General

Diseñar un sistema de gestión acorde a las características del ecosistema, a partir de sus usos potenciales.

Específicos

- a) Recuperar conocimiento cultural para asegurar la persistencia de los recursos y su valoración.
- b) Proponer a los usuarios de los recursos forestales estrategias de gestión socioeconómica y de restauración adaptadas a las condiciones locales con el fin reducir los costos del impacto ambiental.
- c) Elaborar una guía de buenas prácticas para la recolección.
- d) Transferir las propuestas para minimizar el impacto y pérdida de germoplasma de especies claves del ecosistema forestal y de la bioética

relacionada con el aprovechamiento de las mismas, a través de talleres formativo-educativos e interacción directa con los recolectores.

- e) Dar continuidad a la transferencia de conocimiento a través de un catálogo de la diversidad de hongos.

3.4 Material y métodos

- a. Con el fin de recuperar el conocimiento tradicional, se caracterizaron los patrones de utilización de los recursos forestales, se describieron y analizaron aspectos relacionados al uso y manejo de las diferentes prácticas culturales alrededor de los hongos en el Municipio, para lo que se llevaron a cabo recorridos etnomicológicos y entrevistas con informantes clave y de calidad. Conjuntamente se evaluó la importancia cultural a través de la frecuencia y orden de mención (de acuerdo con Domínguez-Romero *et al.*, 2015). Por otra parte, se hizo la valoración económica por el precio a la venta.
- b. Dando lugar al planteamiento de la propuesta de gestión, se valoraron los aspectos ecológicos (diversidad, estructura y estado fitosanitario de la comunidad vegetal) de las cuatro zonas de estudio y la relación conservación-perturbación por su impacto en las comunidades macrofúngicas; así como los usos y costumbres de los lugareños respecto a los recursos forestales (especialmente los hongos de uso comestible y comercial) con el objetivo de tener herramientas para el análisis y planteamiento de las propuestas de aprovechamiento, conservación, protección y restauración en las zonas boscosas.
- c. La información se utilizó para elaborar un material didáctico en forma de un cuadríptico con información general de los tipos de hongos, su importancia ecológica, su papel en la salud de los bosques, así como un listado ilustrado (utilizando el programa Corel Draw x7) de prácticas sencillas y eficaces para el mantenimiento de las adecuadas condiciones del sistema forestal.

Para la transferencia tecnológica, se buscaron espacios públicos como el Mercado Municipal Bicentenario y domicilios particulares, donde se reunieron

pobladores del Municipio de Isidro Fabela y de otros colindantes como Santa Ana Jilotzingo y Nicolás Romero, para apoyar activamente en la validación de la información del cuadríptico. En los talleres se abordaron los siguientes temas: a) Importancia de los hongos en los bosques; b) Tipos de hongos (micorrízicos, saprobios y parásitos); c) Relación de la salud del bosque y su productividad con la presencia de los hongos micorrízicos; d) Evaluación de distintos escenarios de conservación-perturbación y su impacto en los recursos fúngicos; e) La importancia de los habitantes de Tlazala como actores de la conservación de sus recursos. Se abrió una sección de intervenciones y preguntas por parte de los asistentes y se establecieron dinámicas donde la gente expresó su interés, su disposición al compromiso con las actividades descritas en el documento y exteriorizó las problemáticas que se presentarían ante distintos escenarios de utilización de los recursos. De estos talleres surgieron propuestas de modificación a los materiales didácticos.

Posteriormente se procedió con la distribución a través de un canal directo en el que el producto se entregó a los pobladores en cuyas actividades frecuentes estuviera la recolección y consumo de hongos. Por otra parte, un documento similar y amplificado se encuentra a disposición del público general en las instalaciones del Mercado Municipal y cuenta con datos de contacto para los fines que así convengan.

- d. Como parte de la sistematización de la información del uso de los hongos, una vez que se determinaron las categorías de uso y se recabó información de estos a través de entrevistas, se procedió a elaborar un catálogo con algunas de las especies de hongos, el cual incluye la fotografía del hongo y datos como: nombre común, científico, temporada de aparición, hábito ecológico, uso, comestibilidad y formas de preparación culinaria según el caso.

3.5 Resultados

Nomenclatura tradicional

La cantidad de nombres de hongos enlistados por los recolectores (44 apelativos en orden alfabético), demuestra que poseen un nivel de conocimiento importante de los mismos. Probablemente no se menciona el

total de la diversidad fúngica, ya que se centra en aquellos con una utilidad. Es de notar que gran parte de ellos son castellanizados (Tabla 1).

Tabla 1. Lista de nombres de las especies fúngicas conocidas en la localidad.

1. Amargoso	23. Negritos
2. Bandera	24. Nublinas
3. Blanquitos	25. Orejas
4. Borondanga	26. Pancitas
5. Champiñón silvestre	27. Patas de pájaro
6. Clavitos	28. Patriotas
7. Corralitos	29. Pipilero
8. Cuerudo o Chunde de burro	30. Quendu
9. Duraznitos	31. Queta o Cemita
10. Enchilados	32. Queta de ocote
11. Enterrados	33. Queta de oyamel
12. Escoba	34. Quexmo
13. Fideos	35. Quimicua o Quemicua
14. Gachupín	36. Quinguimujo
15. Galambo	37. Resbaloso
16. Hongo de llano	38. Setas
17. Hongo de maguey	39. Somerios
18. Huevitos	40. Tecomate
19. Iris	41. Tejamanil o Tejamanilero
20. Lagartija u hongo de palo	42. Tejolote
21. Mantequero, Mantecoso o Golondrino	43. Trompas o trompetas
22. Mosquero o Matamoscas	44. Uña de gato

Características de la actividad de colecta de hongos silvestres

De la información obtenida, se puede decir que los distintos miembros que componen a una familia recolectora hacen caminatas matinales, con una duración cercana a medio día, o bien un recorrido de distancia y esfuerzo suficiente para una cosecha de 8 Kg de hongos (cantidad aproximada y dependiente de la temporada), los cuales serán llevados a sus hogares ubicados en los poblados cercanos al área boscosa para su uso posterior. Dentro del Municipio se destaca el poblado de “Ranchería Palomas” como la

zona con mayor cantidad de conocedores y consumidores de hongos silvestres, sin embargo, éstos los recolectores no son provenientes exclusivamente de Isidro Fabela (Tabla 2).

Tabla 2. Datos sobre los recorridos de recolección de hongos.

Periodicidad	Semanal
Horario de inicio	8-9 de la mañana
Duración	2-10 horas
Distancia recorrida	2 km (mínimo)
Cantidad de hongos	3-8 Kg
Participantes	Frecuentemente miembros de una familia de distintas edades y de ambos sexos.
Procedencia (3 Municipios colindantes)	Isidro Fabela (Ranchería Palomas), Nicolás Romero (Cahuacan) y Santa Ana Jilotzingo.

Uso y manejo de los hongos

Según lo expresado por los pobladores del municipio, el 35% de la diversidad fúngica de la localidad corresponde a hongos comestibles, únicamente el 1% es insecticida (referente a las especies denominadas como matamoscas) y al resto no se le da utilidad por no ser aptos para el consumo.

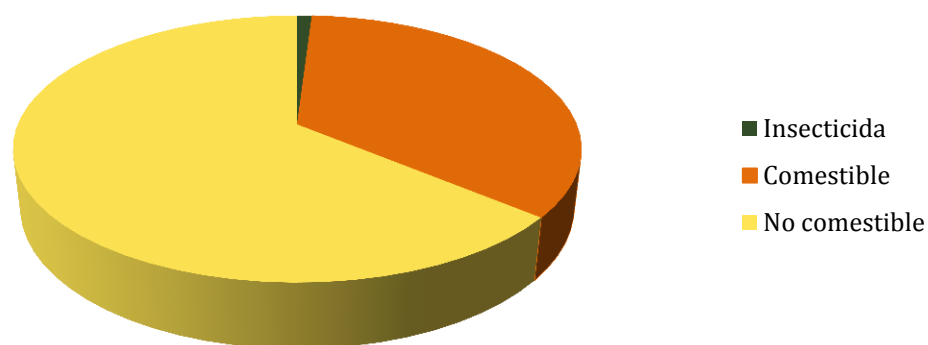


Figura 1. Formas en que los pobladores de la localidad utilizan los hongos.

Importancia cultural

Los hongos que se encuentran en los primeros tres lugares según su importancia por el orden y la frecuencia de mención corresponden con Queta o Semita, Pata de pájaro y Oreja; en el caso del Mantequero o Golondrino ocupa

el quinto lugar por mención y el último por frecuencia. Es importante destacar que las ocho especies de hongos que componen la lista corresponden con especies comestibles muy apreciadas por su sabor (Tabla 3).

Tabla 3. Hongos de mayor importancia cultural, según el orden y frecuencia de mención.

Orden de mención		Frecuencia de mención	
Número	Nombre común	Frecuencia %	Nombre común
1	Queta/Semita	95.4	Queta/Semita
2	Pata de pájaro	77.2	Pata de pájaro
3	Oreja	59.1	Oreja
4	Quexmo	59.1	Quexmo
5	Mantequero/Golondrino	36.3	Enchilado
6	Enchilado	36.3	Quinguimujo
7	Quinguimujo	31.8	Pancita
8	Pancita	27.2	Mantequero/Golondrino

Otras consideraciones acerca del conocimiento y manejo del recurso fúngico:

- De forma convencional, los hongos se colocan en cubetas de plástico o bolsas de mandado.
- Algunos esporomas que no fueron consumidos o vendidos al momento, pueden ser secados al sol y ser utilizados posteriormente.
- Se reporta que, con esta última técnica, es posible consumir hongos de especies determinadas, durante todo el año.
- Los casos de intoxicación accidental o deliberada son muy pocos. A esto se le denomina “hongarse”.
- No existe una denominación particular para cada especie tóxica, generalmente se les conoce como “hongos locos”.
- Se observó que el conocimiento etnomicológico no es exclusivo de un sexo, sin embargo, es la mujer la que mejor manejo tiene de la preparación en la cocina.
- Es una actividad asociada con la identidad de los pobladores, de gran arraigo y tradición, por lo que es transmitida de generación en generación.

Valoración económica

De acuerdo con la gráfica, la mayor ganancia que se obtiene por la comercialización de los hongos es de 900 pesos por una cosecha de 7.5 Kg a la semana, durante la temporada de lluvias, siempre que esto suceda en la zona de bosque de oyamel en buenas condiciones (A), ya que en las otras localidades el ingreso potencial disminuye hasta un valor de 256 pesos por una cantidad de 2.5 Kg de hongos, e incluso puede ser menor, considerando que se trata del promedio (Fig. 2). Se confirma con el ANOVA que hay diferencias significativas ($p = 0.05$) entre áreas de estudio.

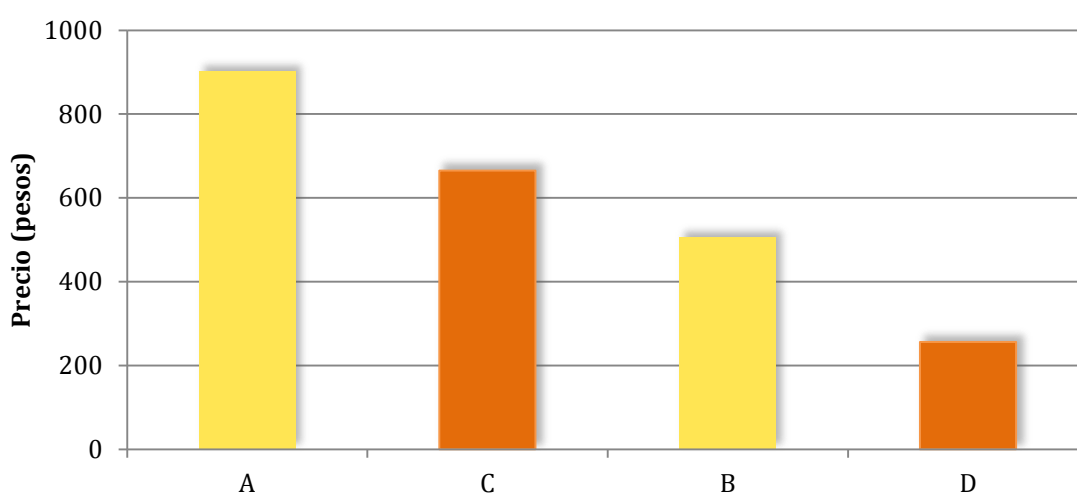


Figura 2. Comparación del valor económico potencial según la producción de hongos por zona y su precio de venta (pesos/kg). Donde A-B se refiere a la zona de *Abies religiosa* y C-D corresponde con el área de *Pinus hartwegii*.

3.6 Transferencia de conocimiento

El conocimiento relevante para ser transferido a los habitantes del municipio consiste en una serie de acciones para la conservación del bosque, que incluyen las relacionadas con la protección del suelo forestal, con el mantenimiento de una estructura de la vegetación adecuada y buenas prácticas para la recolecta de carpóforos, que permitan su utilización sustentable. Esta información está contenida de manera sencilla y clara en un cuadríptico y en carteles fijados en lugares públicos clave de la cabecera municipal. Se realizaron talleres y reuniones con el propósito de obtener la opinión de diversos actores de la localidad, en una primera etapa, y de difundir la información y los materiales didácticos modificados, en una segunda etapa.

Otro material elaborado es un catálogo de los hongos del municipio con información básica de los mismos. En éste se rescata información que sólo ha sido transmitida por vía oral, como los nombres comunes locales, si son o no comestibles y detalles sobre su preparación culinaria.

Se convocó a la población interesada a los siguientes encuentros de discusión y divulgación de la transferencia de conocimiento.

- *“Segundo Seminario de tesistas UAEMéx-UNAM y actores sociales trabajando en la cuenca Presa de Guadalupe”*
Fecha: 9-12-16. Asistentes: 40.
- *“Tercer Seminario de tesistas UAEMéx-UNAM y actores sociales trabajando en la cuenca Presa de Guadalupe”*
Fecha: 9-12-16. Asistentes: 30.
- *“Reunión de recolectores de hongos”*
Fecha: 27-01-17. Asistentes: 20.
- *“Cuarto Seminario de tesistas UAEMéx-UNAM y actores sociales trabajando en la cuenca Presa de Guadalupe”*
Fecha: 16/17-12-17. Asistentes: 30.

Objetivo: Resaltar la importancia de los habitantes de Tlazala como actores de la conservación de sus recursos, discutir sobre las prácticas de recolección, saberes tradicionales y atender a las propuestas y sugerencias.

Temáticas:

- Importancia de los hongos en los bosques
- Tipos de hongos (micorrízicos, saprobios y parásitos)
- Relación de la salud del bosque y su productividad con la presencia de los hongos micorrízicos
- Evaluación de distintos escenarios de conservación-perturbación y su impacto en los recursos fúngicos
- Cómo participar en la conservación de los recursos

Características de los asistentes: Los temas y actividades fueron dirigidas a público de edades entre los 10 y 60 años, en proporciones equitativas entre géneros. Los participantes fueron habitantes del Municipio de Isidro Fabela,

Jilotzingo y Nicolás Romero que contaban con el grado mínimo de educación primaria.


Logística y materiales didácticos: Para los talleres se contó con el apoyo logístico del Dr. Víctor Ávila Akerberg (UAEM-ICAR), de la M en C. Tania Martínez (Facultad de Ciencias, UNAM) y de la C. Bélen González (Mercado Municipal). Además del equipo técnico para proyectar una presentación digital y del material didáctico distribuido en las sesiones.





Resultados y conclusiones: Se trabajó con un aproximado de 100 asistentes que participaron activamente en el análisis de la información. Expresaron sus inquietudes, su acuerdo o desacuerdo con las acciones, manifestaron la necesidad de abordar otras problemáticas (principalmente deforestación y desecho de residuos sólidos) y se establecieron algunas alianzas para actividades futuras. Se consideró de forma general que las acciones propuestas deben llevarse a campo con el apoyo de los recolectores para hacer más eficiente la transferencia de los conocimientos.



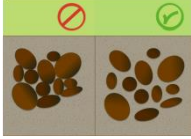


Propuesta de manejo




Se preparó un cuadro sintético las acciones sugeridas para recuperar y conservar el sistema boscoso del municipio, así como la explicación del por qué de éstas. Se propone que sea distribuida por las autoridades municipales, pero también puede ser útil para otras regiones forestales (Tabla 4).




Tabla 4. Desglose del contenido del material didáctico con las medidas propuestas para la recuperación del sistema boscoso del Municipio de Isidro Fabela.


CONTENIDO DEL MATERIAL DIDÁCTICO	
Objetivo General	Recuperación de suelo
Objetivos particulares	Prevenir la erosión Conservar el suelo Recuperar la cubierta vegetal.
Acciones	
Construir terrazas	 <p>Así se previene la pérdida de suelo por el arrastre del agua y el efecto del aire y se favorece la retención de agua.</p>

<p>Evitar la extracción del suelo</p>		<p>El suelo es un ecosistema complejo cuyos componentes (minerales, materia orgánica y humedad) interactúan sirviendo de hábitat a un complejo y numeroso grupo de organismos, entre ellos los descomponedores como bacterias y hongos que reciclan materia orgánica para el uso de las plantas.</p>
<p>Intercambiar porciones de suelo entre zonas</p>		<p>El suelo contiene microorganismos entre ellos las especies que forman micorrizas, una relación entre hongos y plantas que favorece la estabilidad del suelo y el establecimiento de las plantas.</p>
<p>Reforestar áreas desnudas con plantas nativas de rápido desarrollo y establecimiento</p>		<p>Llevar a cabo campañas de reforestación permiten favorecer el desarrollo de la interacción hongo-planta. Es necesario implementar mejoras en las técnicas de reforestación: espacio adecuado, uso de especies nativas, mantenimiento y seguimiento.</p>
<p>Evitar remover el musgo</p>		<p>Es una cubierta vegetal que tiene la propiedad de liberar humedad en tiempo de secas, además sirve de hábitat a miles de microorganismos.</p>
<p>Importante: la pérdida del suelo implica la pérdida de comunidades de microbios y de árboles del bosque que participan en la dinámica de este ecosistema. Esto rompe con las relaciones y dinámica del ecosistema, favorece la erosión del suelo y establece una cadena de destrucción y deterioro.</p>		

Objetivo general	Evitar la pérdida de biodiversidad	
Objetivos particulares	Promover la introducción o incorporación de especies aprovechables amenazadas o poblacionalmente disminuidas (hongos principalmente). Dispersar a las especies importantes ecológicamente.	
Acciones		
Limitar la introducción de especies no locales o invasoras		Pueden ocasionar enfermedades y desplazar a las especies nativas o residentes, así como ser causantes de desequilibrio del ecosistema.
Reforestar con especies maderables nativas		Los árboles son los responsables de las características del bosque y son esenciales para el establecimiento y desarrollo de otras formas de vida asociadas como los hongos silvestres comestibles.
Evitar que el suelo se compacte demasiado		El suelo debe tener porosidad para favorecer el desarrollo del micelio de los hongos y así mantener las condiciones necesarias en el suelo para los hongos y otros organismos como las plantas.
Dispersar las esporas de los hongos durante el recorrido.		Contribuir en la dispersión de esporas y/o micelio, para el desarrollo de nuevos organismos.
Mezclar hongo seco y triturado con el suelo cercano a los árboles.		Favorecer la permanencia de los hongos en temporadas sucesivas.

<p>Elegir algunos hongos maltratados o muy maduros para su uso, trozarlos y esparcirlos en el área.</p>		<p>Acciones sencillas sin la necesidad de adquirir insumos de alto valor ni amplia capacitación especializada.</p>
<p>Importante: con el fin de minimizar la degradación ambiental y facilitar el re-establecimiento de un sistema funcional y diverso que mantenga la estabilidad a largo plazo, se requiere del desarrollo de una comunidad microbiana nativa, donde los hongos formadores de micorrizas son una parte esencial.</p>		
<p>Objetivo general</p>	<p>Promover la permanencia del recurso fúngico</p>	
<p>Objetivos particulares</p>	<p>Incentivar modificaciones sencillas y eficaces en los hábitos de recolección de hongos. Fomentar una relación socio-ecológica armónica a través de la participación de los usuarios de los recursos en las estrategias de recuperación de los sistemas boscosos.</p>	
<p>Acciones</p>		
<p>Utilizar una canasta</p>		<p>Mantiene a los hongos más frescos por más tiempo y disminuye el desecho de hongos maltratados. Es ideal para dispersar de manera pasiva las esporas.</p>
<p>No tomar más de lo necesario</p>		<p>Evita la sobreexplotación del recurso y posibilita el desarrollo del papel ecológico de estos organismos.</p>

<p>Cortar la base del pie del hongo con una navaja o cuchillo</p>		<p>Al evitar que se lastime el micelio del hongo se favorece su regeneración. Ayuda a mantener la calidad de los hongos recolectados porque se desechan restos vegetales o de suelo.</p>
<p>Dejar que los hongos terminen de desarrollarse</p>		<p>Permite que los hongos cumplan su ciclo de vida. Esta medida se toma para el caso de las especies que se consuman en estadios maduros, no aquellas que se utilizan cuando jóvenes.</p>
<p>Cambiar de zona cada temporada de recolección</p>		<p>Favorece la regeneración de las estructuras fúngicas, así como las características del ecosistema que les permite su desarrollo.</p>
<p>Si sobraron hongos, preparar una conserva</p>		<p>Las alternativas para el almacenamiento de los hongos, disminuye la cantidad de desperdicio de consumibles, el abasto perdura por más tiempo, reduce la presión de colecta y amplía las formas de consumo y posible comercialización.</p>
<p>Compartir la información</p>		<p>La divulgación del conocimiento es esencial para fomentar la participación de los habitantes de la localidad en el cuidado de los recursos.</p>




Participación ciudadana		Colaborar y comprometerse con la ejecución de un proyecto dirigido a la comunidad que responda a las problemáticas identificadas, resultará en un buen manejo del territorio y sus recursos.
----------------------------	---	--

Importante: El manejo de multi-recursos debe contemplar la dinámica poblacional, el conocimiento y uso tradicional de los bienes y la participación, entre otros aspectos socioeconómicos para constituir una unidad básica de estudio y gestión dentro de un esquema de ecosistema integral, ajustada a las inquietudes o necesidades de los usuarios.

Catálogo de Hongos del Municipio

Como una continuación de la transferencia se presenta el catálogo de hongos con información de la mayoría de las especies colectadas en la localidad, misma que fue proporcionada por los habitantes dedicados a la cosecha y preparación de los hongos silvestres.

Catálogo de hongos de los bosques de Tlazala

	Nombre científico: <i>Agaricus augustus</i>	
	Nombre común: Champiñón silvestre	
	Comestible	
	Hábito nutricional: Saprobio	
	Otras características Crece en bosque de Oyamel (Ago-Oct)	
Observaciones: Se consume asado con epazote y ajo, pero no es de los hongos de mayor interés.		



Nombre científico: *Amanita fulva*

Nombre común no registrado

Comestible: No comestible



Hábito nutricional:
Ectomicorrízica



Otras características: Crece en bosque de pino

Observaciones: En la localidad no es comestible, sin embargo en la literatura se menciona que es comestible cocinada y nunca cruda.



Nombre científico: *Amanita gemata*

Nombre común no registrado

Comestible: No comestible, tóxica.



Hábito nutricional:
ectomicorrízico



Otras características: Se encuentra en bosque de Pino (May-Nov., a veces muy entrado el invierno).

Observaciones: No se reporta alguna utilidad



Nombre científico: *Amanita caesarea*

Nombre común: Quexmo

Comestible:



Hábito nutricional:
Saprobio (sobre humus)



Otras características: Se encuentra en bosque de Pino

Observaciones: Se identifica por el color amarillo de su pie. Se prepara "sudado".



Nombre científico: *Amanita muscaria*

Nombre común: Mosquero, matamoscas

No comestible: tóxico



Hábito nutricional:
Ectomicorrízico



Otras características: Se encuentra en bosque de Pino, temporada (May-Nov si las condiciones son favorables).

Observaciones: Todo el hongo se corta en trozos pequeños y se deja en remojo con leche para funcionar como matamoscas. Se reporta que es consumido deliberadamente por sus efectos alucinógenos.



Nombre científico: *Amanita rubescens*

Nombre común: Mantequero, Mantecoso o Golondrino

Comestible



Hábito nutricional: ectomicorrízico



Otras características: Se encuentra en bosque de Pino y Oyamel (Jun-Oct).

Observaciones: Es común que se vuelva rojiza con la vejez o al tacto. Comestible únicamente cocida, en crudo es tóxica.



Nombre científico: *Auricularia cornea*

Nombre común: hongo de madera muerta

Comestible: no comestible



Hábito nutricional: saprobio



Otras características: Se encuentra en bosque de Oyamel y Pino. Temporada: jul-sep.

Observaciones: se le denomina hongo de madera muerta por el lugar donde se desarrolla. No es un organismo de gran interés.



Nombre científico: *Boletus edulis*

Nombre común: Queta, Pancita o Semita

Comestible



Hábito nutricional:
ectomicorrízico



Otras características: Se encuentra en bosque de Oyamel, temporada: Ago-Nov.

Observaciones: También es llamada Queta de Oyamel, por el lugar donde se encuentra. Es muy apreciada por su sabor. Se corta en láminas para ser secado al sol.



Nombre científico: *Boletus erythropus*

Nombre común: Galambo o tronaja

Comestible



Hábito nutricional:
Ectomicorrízico



Otras características: Se encuentra en bosque de Oyamel y Pino. Temporada: Jun-Oct

Observaciones: Se prepara directamente al fuego en un sartén, con mantequilla o aceite. Su carne puede volverse azul o morado al tacto.



Nombre científico: *Boletus regius*

Nombre común: Queta o Semita

Comestible



Hábito nutricional:
Ectomicorrízico



Otras características: Se encuentra en bosque de Oyamel. Temporada: Ago-Oct., requiere de humedad y temperaturas cálidas.

Observaciones: También es llamado Queta de Oyamel, por el lugar donde se encuentra. Es muy apreciado por su sabor y para su venta. Se cocina directo al fuego con aceite o mantequilla y ajo en algunas ocasiones.



Nombre científico: *Boletus pseudoregius*

Nombre común: Queta o semita

Comestible

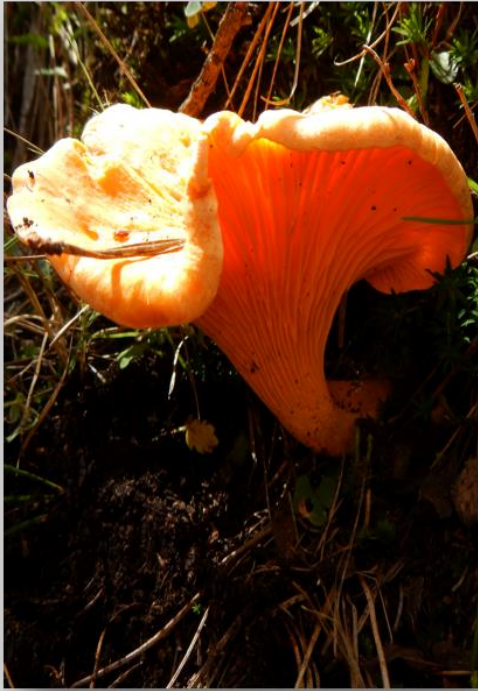


Hábito nutricional:
Ectomicorrízico



Otras características: Se encuentra en bosque de Oyamel. Temporada: Ago-Oct.

Observaciones: Es muy apreciado por su sabor. En crudo la carne toma un color verdoso o azulado, pero se elimina con la cocción. Se prepara directo al fuego con aceite o mantequilla y ajo (opcional).



Nombre científico: *Cantharellus cibarius*

Nombre común: Quemicua, Quimicua o Pericón

Comestible



Hábito nutricional:
Ectomicorrízico



Otras características: Se encuentra en bosque de Pino.
Temporada: Jun-Sep., principalmente en meses muy lluviosos.

Observaciones: Los pobladores indican que crece donde hay pasto. Pueden secarse al sol y también prepararse directo al fuego.



Nombre científico: *Clavicornia pyxidiata*

Nombre común no registrado

No Comestible



Hábito nutricional:
Saprobio



Otras características: Se distribuye en bosque de Oyamel. Temporada: May-Oct. Pueden encontrarse durante toda la primavera.

Observaciones: Sólo se menciona que no es comestible.



Nombre científico: *Clitocybe clavipes*

Nombre común: Tejamanil o Tejamanilero

Comestible



Hábito nutricional:
Saprobio



Otras características: Se encuentra en bosque de Pino.
Temporada: Jul-Oct.

Observaciones: Se prepara directamente al fuego, pero no es de gran valor culinario. Puede ponerse a secar al sol.



Nombre científico: *Clitocybe gibba*

Nombre común: Tejamanil o Platito

Comestible



Hábito nutricional:
Saprobio



Otras características: Crece en bosque de Pino.
Temporada: Sep-Nov.

Observaciones: No es de mucho valor culinario, pero se colecta en grandes cantidades de acuerdo a la temporada.



Nombre científico: *Cortinarius collinitus*

Nombre común no registrado

No comestible



Hábito nutricional:
Ectomicorrízico



Otras características: Se encuentra en bosque de Pino.
Temporada: Jun-Oct.

Observaciones: Sólo se menciona que no es comestible, no es un organismo de mucho interés.



Nombre científico: *Cyptotrama chrysopeplum*

Nombre común no reportado

No comestible



Hábito nutricional:
Saprobio



Otras características: Se encuentra en bosque de Oyamel.
Temporada: Jun-Ago.

Observaciones: No es de interés particular.



Nombre científico: *Geastrum saccatum*

Nombre común no registrado

No comestible



Hábitat nutricional:
Saprobio



Otras características: Se encuentra en bosque de Oyamel. Temporada: Jun-Sep., puede ser más entrado el invierno cuando el clima es cálido.

Observaciones: La gente reporta que crece donde hay Oyamel.



Nombre científico: *Gomphus floccosus*

Nombre común: Somerios o Clarines

Comestible



Hábitat nutricional:
Ectomicorrízico



Otras características: Se encuentra en bosque de Oyamel. Temporada: Jun-Nov.

Observaciones: Se preparan sudados. Tienen un ligero sabor amargo.



Nombre científico: *Gyromitra esculenta*

Nombre común: Cuerudo o Chunde de burro

Comestible: En duda



Hábito nutricional:
Ectomicorrízico



Otras características: Se encuentra en bosque de Oyamel. Temporada: Jul-Sep.

Observaciones: Los pobladores de la localidad la reportan como comestible, mientras que en la literatura es conocida como tóxica (mortal), por esta razón su comestibilidad queda en duda



Nombre científico: *Helvella lacunosa*

Nombre común: Mueshque

Comestible



Hábitat nutricional:
Ectomicorrízico



Otras características: Se encuentra en bosque de Oyamel. Temporada: Jun-Sep.

Observaciones: Se puede poner a secar al sol. Se consume como complemento en la comida.



Nombre científico: *Hydnum imbricatum*

Nombre común no reportado

Comestible



Hábito nutricional



Otras características: Se encuentra en bosque de Pino.
Temporada: Jul-Sep.

Observaciones: No es una especie de interés particular.
Se reporta en la literatura que es utilizado como condimento.



Nombre científico: *Hydnum repandum*

Nombre común: Quimicua o Quemicua.

Comestible



Hábito nutricional:
Ectomicorrízico



Otras características: Se encuentra en bosque de Oyamel. Temporada: Jun-Nov.

Observaciones: En ocasiones se le nombra quimicua o quemicua de gusanillo, por la apariencia de dientes en la parte inferior. Se comen sudados y generalmente en fresco.



Nombre científico: *Hygrophoropsis aurantiaca*

Nombre común: Quimicua o Quemicua

Comestible



Hábito nutricional:
Saprobio



Otras características: Se encuentra en bosque de Pino y Oyamel. Temporada: Jun-Nov.

Observaciones: Aunque es comestible, no es de especial interés culinario.



Nombre científico: *Hypholoma fasciculare*

Nombre común no registrado

No comestible



Hábito nutricional:
Saprobio



Otras características: Se distribuye en bosque de oyamel. Temporada: Ago-Nov.

Observaciones: No es de ningún interés particular.



Nombre científico: *Inocybe sp*

Nombre común no reportado

No comestible



Hábito nutricional:
Ectomicorrízico



Otras características: Se encuentra en bosque de Oyamel y Pino. Temporada: Se registró únicamente en Noviembre.

Observaciones: el organismo no es fácilmente reconocido por los pobladores.



Nombre científico: *Laccaria laccata*

Nombre común: Corralitos

Comestible



Hábito nutricional:
Ectomicorrízico



Otras características: Crece en bosque de Oyamel. Temporada: Jun-Sep.

Observaciones: Los pobladores de la localidad indican que son organismos que crecen próximos a los árboles en temporada muy lluviosa. Son comestibles, pero de baja calidad. Se preparan sudados. Pueden dejarse secar al sol.



Nombre científico: *Lactarius deliciosus*

Nombre común: Enchilado

Comestible



Hábito nutricional:
Ectomicorrízico



Otras características: Crece en bosque de Oyamel
Temporada: Jun-Sep.

Observaciones: Es una especie apreciada por su sabor, suele consumirse asado con epazote.



Nombre científico: *Lactarius Rufus*

Nombre común: Oreja amarilla

Comestible



Hábito nutricional:
Ectomicorrízico



Otras características: Crece en bosque de Oyamel.
Temporada: Jun-Oct.

Observaciones: No es muy común que se colecte para su consumo. Se reporta que se puede preparar asado o como acompañante para un guiso con carne.



Nombre científico: *Lactarius salmonicolor*

Nombre común: Enchilado

Comestible



Hábito nutricional:
Ectomicorrízico



Otras características: Crece en bosque de Oyamel.
Temporada: Ago-Sep.

Observaciones: No es muy frecuente encontrarlo entre los organismos para consumo.



Nombre científico: *Leotia lubrica*

Nombre común: Quimicua, quemicua o perlitas

Comestible: En duda



Hábito nutricional:
Saprobio



Otras características: Se encuentra en bosque de Oyamel y Pino.
Temporada: Puede estar presente a lo largo de todo el año siempre que la humedad lo permita.

Observaciones: un reducido número de personas la describió como comestible, ya sea como complemento para mole o asados.



Nombre científico: *Leotia viscosa*

Nombre común no reportado

No comestible



Hábito nutricional:
Saprobio



Otras características: Presente en bosque de Oyamel.
Temporada: Se reporta únicamente para el mes de septiembre.

Observaciones: No es tan común como la otra especie del mismo género.



Nombre científico: *Licoperdon pyriforme*

Nombre común: Borondanga

Comestible



Hábito nutricional:
Saprobio



Otras características: Se encuentra en bosque de Pino y Oyamel.
Temporada: Jun-Sep.

Observaciones: Se consume únicamente cuando joven, mientras el interior del hongo tenga color blanco, nunca más oscuro o café.



Nombre científico: *Macrolepiota procera*

Nombre común no reportado

No comestible



Hábito nutricional:
Saprobio



Otras características: Se distribuye en bosque de Oyamel.
Temporada: Jun-Sep. Fue registrada en junio.

Observaciones: La literatura lo reporta como comestible, pero no es consumido en la localidad.



Nombre científico: *Mycena purpureofusca*

Nombre común no registrado

No comestible



Hábito nutricional:
Saprobio



Otras características: Se desarrolla en bosques de Pino y Oyamel.
Temporada: Puede ser encontrada a lo largo de todo el año, siempre que la humedad lo permita.

Observaciones: No es una especie de interés particular



Nombre científico: *Phellodon niger*

Nombre común no reportado

No comestible



Hábito nutricional:
Saprobio



Otras características: Se desarrolla en bosque de Pino.
Temporada: Jun-Sep.

Observaciones: Existe literatura que lo menciona como comestible, sin particular interés y otra que se refiere a esta especie como tóxica.



Nombre científico: *Porphyrellus porphyrosporus*

Nombre común: Quendu

No comestible



Hábito nutricional:
Ectomicorrízico



Otras características: Se encuentra en bosque de Pino.
Temporada: Ago-Oct.

Observaciones: La literatura lo menciona como comestible mediocre pero no es consumido en la localidad.



Nombre científico: *Pseudohydnum gelatinosum*

Nombre común no reportado

No comestible



Hábito nutricional:
Saprobio



Otras características: Se desarrolla en bosque de Oyamel.
Temporada: May-Sep.

Observaciones: Las personas indican que crece en bosque de Oyamel.



Nombre científico: *Ramaria botrytis*

Nombre común: Pata de pájaro

Comestible



Hábito nutricional:
Saprobio



Otras características: Se distribuye en bosque de Pino y Oyamel.
Temporada: Sep-Oct.

Observaciones: Deben ser hervidas antes de su reparación y consumo. Su sabor puede ser fuerte por lo que nunca es el plato principal.



Nombre científico: *Ramaria flava*

Nombre común: Pata de pájaro

Comestible



Hábito nutricional:



Otras características: Crece en bosque de Pino y Oyamel.
Temprada: Ago-Oct.

Observaciones: Deben ser hervidas antes de su preparación y consumo. Suele ser el complemento de algún guiso con base de salsa y carne.



Nombre científico: *Ramaria sp*

Nombre común: Pata de pájaro

Comestible



Hábito nutricional:
Saprobio



Otras características: Crece principalmente en bosque de Oyamel.
Temporada: Principalmente del mes de septiembre.

Observaciones: Debe ser hervida antes de su preparación y consumo. Fue reportada en muy pocas ocasiones como parte de la colecta.



Nombre científico: *Russula brevipes*

Nombre común: Oreja

Comestible



Hábito nutricional:
Ectomicorrízico



Otras características: Se encuentra en bosque de Oyamel.
Temporada: Jun-Nov.

Observaciones: Es una especie que recolectan las personas más experimentadas, debido a que se encuentra enterrada en el sustrato y no es fácil detectarla.



Nombre científico: *Russula cyanoxantha*

Nombre común no reportado

No comestible



Hábito nutricional:
Ectomicorrízico



Otras características: Se encuentra en bosque de Oyamel.
Temporada Jun-Sep.

Observaciones: Tiene un ligero sabor picante.



Nombre científico: *Russula emética*

Nombre común: Duraznito

No comestible



Hábito nutricional:
Ectomicorrízica



Otras características: Se encuentra en bosque de Oyamel o Pino, pero a orillas de los Abetos.

Observaciones: Un reducido número de personas la reconocieron como comestible. Tiene sabor picante.



Nombre científico: *Russula integra*

Nombre común no registrado

No comestible






Hábito nutricional:
Ectomicorrízico



Otras características: Se distribuye en bosque de Pino.
Temporada: Fue reportada únicamente para el mes de Julio.

Observaciones: Es una especie poco conocida y de ningún interés particular.

	Nombre científico: <i>Stereum ostrea</i>	
	Nombre común: Lagartija, hongo de palo.	
	No comestible	
	Hábito nutricional: Saprobio	
	<p>Otras características: Se encuentra en bosque de Pino y Oyamel. Temporada: Puede desarrollarse a lo largo de todo el año, siempre que la humedad y la materia orgánica lo permitan.</p>	
Observaciones: Se señala que es un organismo que crece en los troncos podridos.		

Difusión de la información

A través de la participación de los pobladores del Municipio, se ha conseguido transmitir la información descrita anteriormente, abarcando el 54.5% del territorio de Isidro Fabela, por representación de sus habitantes; los cuales provienen de seis delegaciones de las 11 existentes (Fig. 3).

Delegaciones de las que provienen los participantes

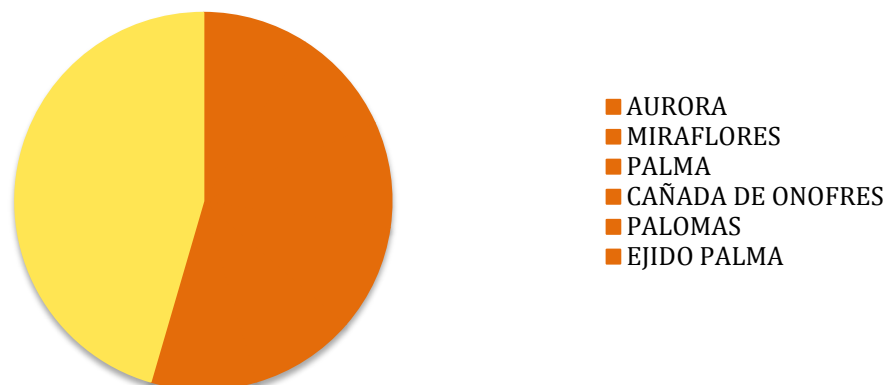


Figura 3. Delegaciones a las que pertenecen los pobladores informantes e informados en el Municipio.

3.7 Discusión

Dada la relación de la comunidad de estudio con los hongos, se puede establecer como una población micófila, donde la recolección se basa en el conocimiento biológico (por la identificación de los organismos con base en su morfología), ecológico (basado en el conocimiento de las épocas, lugares, condiciones ambientales y especies vegetales asociadas a los hongos) y cultural (especies aprovechables) (Mariaca-Méndez *et al.*, 2001). De acuerdo con Burrola-Aguilar *et al.* (2012) y Lara-Vázquez y colaboradores (2013) un indicador de este saber está en la variedad semántica de los nombres asignados a las especies y se corrobora al ver que el 67.7% de la diversidad fúngica registrada es reconocida por la población. Según estos investigadores, en la nomenclatura se refleja la interacción de los campesinos con su medio.

Algunos nombres coinciden con lo reportado por Lara Vázquez *et al.* (2013) y Campos *et al.* (2017) en los Municipios colindantes de Temoaya y Oztolotepec respectivamente; tal es el caso de “Queta”, “Semita”, “Oreja”, “Durazno” o “Gachupin”. Otros nombres parecen tener raíces indígenas (“Quexmo”, “Quimicua” o “Quemicua”), pero no hay información suficiente. Sin embargo, la proporción de nombres castellanizados sugiere que los autóctonos fueron reemplazados (Peña-Cañón *et al.*, 2014).

Respecto a la relevancia de los hongos, diversos trabajos han mostrado que existe una relación directamente proporcional entre el orden y la frecuencia de mención con la importancia cultural de estos organismos (Montoya *et al.*, 2002; Garibay-Orijel *et al.*, 2007). Cabe destacar para este estudio que las especies más populares o sobresalientes para la población coinciden también con las más buscadas por su sabor, por lo cual es de esperarse que para la clasificación de uso se utilicen categorías como comestible y no comestible, siendo la primera la más significativa (de acuerdo con Domínguez-Romero *et al.*, 2015) ya que, de no tener esta propiedad, es considerada de poco interés o incluso sin utilidad alguna.

A diferencia de muchas localidades estudiadas (Pérez-Moreno *et al.*, 2008; Estrada *et al.*, 2009; Lara-Vázquez *et al.*, 2013), en el Municipio de Isidro Fabela, no existe un mercado para la comercialización de los hongos, estos

son vendidos sobre la carretera en locales que tienen como giro principal la oferta de comida preparada. Estos resultados se comparan con el trabajo de Burrola-Aguilar *et al.* (2012) donde se reportan 20 especies de hongos comercializados en el tianguis de Almanalco, Estado de México, mientras que en Isidro Fabela se reporta escasamente el 25% de estos hongos (*Amanita rubescens*, *Clitocybe gibba*, *Russula brevipes* y ocasionalmente *Hydnum repandum* y *Lactarius deliciosus*).

Este 25% podría significar un valor bajo, sin embargo, es importante considerar que estos organismos corresponden con un excedente de la cosecha habitual. Puede decirse que el comercio de hongos es una actividad suplementaria y que la recolección es principalmente para satisfacer las necesidades básicas de la población; una situación que también es mencionada por otros investigadores (Ruan-Soto *et al.*, 2009).

De modo que la venta de este recurso en el Municipio, como en otras localidades (Jasso-Arriaga *et al.*, 2016) es una actividad económica alterna que contribuye a diversificar los ingresos. De ahí se entiende que no haya una diferencia clara de precios según la especie de hongo, como suele ser en otras localidades donde es establecido por la escasez, el esfuerzo de colecta o la demanda de un producto que se vende en un mercado establecido (Montoya *et al.*, 2001, 2002; Garibay-Orijel *et al.*, 2007).

La actividad de la colecta va más allá del interés de evitar costos por adquisición de comestibles, al tener al alcance un recurso gratuito. Significa también una oportunidad de cohesión familiar, debido a que se forman grupos de diversas edades y parentesco, sin verse una diferencia clara de género; caso contrario a lo mencionado por Ruan-Soto *et al.*, (2009). Estos grupos hacen recorridos que pueden tomar el tiempo suficiente para ser una labor exclusiva de fin de semana. Este momento parece ser el adecuado para incluir a las generaciones jóvenes (especialmente niños de nivel escolar básico) y transmitir el conocimiento.

En cuanto a la cocina se refiere, está mayormente dirigida al sexo femenino, más no es exclusivo. Por otro lado, no hay una amplia variedad de formas de preparación; se reconoce que, si el hongo es el principal ingrediente,

una receta sencilla realza la degustación, por lo cual se prefieren asados; mientras que si es un complemento suele ser añadido a algún tipo de salsa (picante o mole). Hay hongos de los que se usa únicamente el píleo y otros que se aprovechan en su totalidad, esto coincide con lo que mencionan Peña-Cañón y cols. en 2014, además del hecho de prepararse el mismo día o cuando mucho, al siguiente de ser recogidos.

El conocimiento tradicional parece respetar un patrón proporcional a la proximidad con las zonas boscosas y la lejanía respecto a las zonas urbanizadas, dado que en la delegación de Ranchería Palomas se encuentra la gente con el mayor conocimiento sobre los recursos (especialmente el fúngico), siendo esta la comunidad más alejada de la urbanización y enclavada en la serranía.

Muchos estudios cualitativos sostienen que la pérdida de los saberes tradicionales se da por la incorporación de las comunidades rurales a la economía de mercado, lo cual cambia las actividades productivas reduciendo el tiempo que la gente pasa en la naturaleza, que es donde se efectúa la transmisión de estos conocimientos (Reyes-García 2009). Por lo que eventualmente, estas generaciones dejarán de enseñar a los niños el conocimiento tradicional sobre los hongos (Garibay-Origel *et al.*, 2007; Peña-Cañón *et al.*, 2014).

A través de las entrevistas, fue posible reconocer algunos factores que ejercen presión en el hábitat de los hongos silvestres; la tala, la extracción de musgo, las áreas desnudas y el creciente número de recolectores. Por otra parte, se detectaron algunas prácticas sustentables de origen tradicional, pero no muy extendidas entre la población como es el uso de una navaja para cortar al hongo (para evitar dañar el micelio del hongo), no coleccionar especies de las que no se esté seguro, colocar nuevamente el suelo y/o cubierta vegetal de donde fue extraído el carpóforo y maximizar el uso o aprovechamiento de los hongos que ya fueron cosechados.

Estas acciones, además de transmitir las a otros recolectores, requieren de la participación y responsabilidad de los mismos, como parte de las actitudes que según Jasso-Arriaga *et al.* (2016), deben ser contempladas en modelos para

revertir la vulnerabilidad del hábitat.

Así es como se incorporó el conocimiento ecológico presentado en el capítulo anterior con el saber tradicional reconocido a través del contacto con la comunidad a fin de lograr la preservación, protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable del entorno (Martínez *et al.*, 2009, tomado de Burrola-Aguilar *et al.*, 2012).

El resultado de este esfuerzo es similar al presentado por la Red Forestal de Desarrollo (REDFOR, 2013) y el proyecto Myas RC (Martínez-Peña *et al.*, 2011), en el sentido de proporcionar una guía de buenas prácticas respecto a la recolección y mantenimiento de la comunidad fúngica, con impacto en las relaciones hongo-planta y las características forestales.

Uno de los productos para la transferencia de conocimiento consiste en un cuadríptico que sigue los lineamientos de las propuestas anteriores, por esta razón se da a conocer el papel clave de los hongos en el mantenimiento de los procesos ecológicos del bosque, a la vez que se fomentan las buenas prácticas de recolección y se explican e ilustran en un folleto los motivos ecológicos que sustentan ese modo de actuar (Martínez-Peña *et al.*, 2011).

Para presentar este material entre los recolectores y actores sociales de la localidad, se desarrollaron talleres formativo-educativos con temas encaminados a minimizar el impacto y pérdida de germoplasma de especies claves del ecosistema forestal. Se eligió esta vía de comunicación porque la educación resulta más exitosa cuando se centra en el desarrollo de conocimientos, de habilidades y de actitudes, donde le sea brindada a la gente una experiencia más interactiva y participativa (Trombulak *et al.*, 2004).

Los talleres significaron para los participantes la oportunidad de obtener nuevos conocimientos y herramientas para el cuidado y/o manejo de sus recursos, fueron también una ocasión para intercambiar ideas y reconocerse como los pilares para la conservación y mantenimiento de sus bosques. De forma que se considera como una alternativa exitosa con resultados eficientes, ya que según Menacho (2010), este tipo de interacción es una manera para motivar, comprometer y favorecer la solidaridad entre los miembros de una comunidad ante un proyecto en común.

El material didáctico utilizado funcionó como un estímulo para los participantes, permitió la comprensión de conceptos básicos (siempre redactados de forma apropiada para el público al que estaba dirigido) y cumplió con los preceptos pedagógicos de incentivar el aprendizaje y el desarrollo de habilidades específicas (Alvarez, 2012). Por lo que se puede hablar de una buena aceptación y un grado positivo de identificación con el contenido, debido a la relación del público meta con los recursos fúngicos.

A pesar de no haberse concretado en el transcurso del proyecto, existe la posibilidad de publicación de este material y de dar continuidad a su distribución con el apoyo de instituciones educativas (Universidad Albert Einstein, Álvaro Guerra, Rector; UAEM-ICAR, Víctor Ávila, investigador).

Por otra parte, la divulgación del conocimiento por medio escrito representa ventajas para optimizar su distribución, adquisición, empleo y su permanencia (Marín-Agudelo, 2012), sobre todo al hablar de la necesidad de transmitir el conocimiento a las futuras generaciones. Esta es la razón principal por la cual, junto con el folleto anterior, se elaboró un catálogo sencillo y básico de la diversidad fúngica de la zona de estudio dentro del Municipio de Isidro Fabela. Este documento es cercano a otros trabajos como el de Díaz-Cano *et al.* (2016) y Quiñonez-Martínez *et al.* (2014) al incorporar información de los aspectos taxonómicos, ecológicos y enriquecerse con aquellos provenientes del conocimiento rural, como es el caso del uso, la temporalidad o la nomenclatura.

3.8 Conclusiones

En la comunidad de Isidro Fabela los hongos silvestres son un recurso forestal no maderable importante, ya que durante una gran parte del año representan una fuente de alimento para las familias de bajos ingresos.

Los hongos silvestres no son una opción económica relevante para las familias recolectoras, por no existir un mercado para los mismos.

El conocimiento local sobre los hongos es complejo, pues abarca aspectos taxonómicos para su identificación, así como ecológicos (por los lugares, condiciones y asociaciones respecto al crecimiento de los carpóforos) y

culturales, en cuestión de nombres, uso, preparación en la cocina, entre otros.

La recolección de este recurso es una costumbre arraigada y familiar, que no discrimina género, lugar de procedencia ni edad. Con esto último queda de manifiesto que las generaciones jóvenes adquieren el conocimiento popular al participar en la recolección de hongos.

Se observó que practicar o robustecer los saberes tradicionales es un proceso que enfrenta dificultades por la modificación de las actividades productivas y las tendencias actuales del mercado.

Los materiales didácticos cumplieron con el cometido de ofrecer información, permitir el intercambio de ideas, así como incentivar el aprendizaje y el desarrollo de nuevas aptitudes, por tal razón se juzgan adecuados para la transferencia tecnológica.

Las masas forestales son importantes como proveedoras de bienes y servicios, pero su deterioro compromete su estabilidad y sus funciones de provisión, ocasionando un impacto económico.

Por tanto, es necesario un compromiso real entre el sector social y el académico para ajustar, ejecutar y dar seguimiento a proyectos de diagnóstico ambiental que generen acciones de manejo sustentable de los recursos forestales, a través de propuestas de corte holístico derivadas tanto de la descripción ambiental y ecológica, como de su integración con los conocimientos tradicional y científico acerca de los recursos forestales, como la presente.

3.8 Referencias

Albuquerque U. P. 1999. La importancia de los estudios etnobiológicos para establecimiento de estrategias de manejo y conservación en las florestas tropicales. *Biotemas*, 12 (1): 31-47

Alvarez M. D. 2012. Diseño de material didáctico para la enseñanza de las ciencias naturales. Aplicado a la conservación del agua en la zona de influencia de la I. E. R. El Tambo (Antioquia, Colombia). Tesis Maestría. Facultad de Ciencias Exactas. UNAL.

Campos M. M. B; Hernández S, G. 2017. Aprovechamiento de hongos silvestres comestibles en la localidad de San Mateo Capulhuac, Otzolotepec, Estado de México. Tesis Licenciatura. Facultad de Planeación Urbana y Regional. UAEM.

Barrett G. W. 1985. A problem-Solving Approach to Resource Management. *BioScience*, 35(7): 423-427.

Boa E. 2005. Setas silvestres comestibles. Perspectiva global de su uso e importancia para la población. FAO Corporate Document Repository. Italia. 161 pp.

Boege E. 2002. Protegiendo lo nuestro: manual para la gestión ambiental comunitaria, uso y conservación de la biodiversidad de los campesinos indígenas de América Latina. México: INI: Programas de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente: Fondo para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas de América Latina y el Caribe. 180 pp.

Burrola-Aguilar C; Montiel O; Garibay-Orijel R; Zizumbo-Villareal L. 2012. Conocimiento tradicional y aprovechamiento de los hongos comestibles en la región de Amanalco, Estado de México. *Revista Mexicana de Micología*, 35: 1-16

Campos M. M. B; Hernández S, G. 2017. Aprovechamiento de hongos silvestres comestibles en la localidad de San Mateo Capulhuac, Ocotlán, Estado de México. Tesis Licenciatura. Facultad de Planeación Urbana y Regional. UAEM.

Challenger A. 2003. Conceptos generales acerca de los ecosistemas templados de montaña en México y su estado de conservación. En: *CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS TEMPLADOS DE MONTAÑA EN MÉXICO*. Sánchez O; Vega E; Peters E; Monroy-Vilchis O. (Editores). INE, México. 17-44 p.

Chaparro F. 2001. Conocimiento, aprendizaje y capital social como motor de desarrollo. *Ciência da Informação*, Brasília, 30(1): 19-31.

Del Río P. G; Hernández S. E; Muñiz S. A. M; Sánchez L. G. 2003. Participación y organización comunitaria, un requisito indispensable en la conservación de los recursos naturales. El caso de los ecosistemas templados de montaña. En: *CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS TEMPLADOS DE MONTAÑA EN MÉXICO*. Sánchez O; Vega E; Peters E; Monroy-Vilchis O. (Editores). INE, México. 259-299 p.

Díaz-Cano D; Vargas-Huesca I; Chévez E; Pacheco-Cobos L. 2016. De hongo me como un taco: recetario-catálogo de hongos recolectados en El Llanillo Redondo. Xalapa, México: Facultad de Biología – Xalapa, Universidad Veracruzana. SEP. 76pp.

Domínguez-Romero D; Arzaluz-Reyes J. I; Valdés-Valdés C; Romero-Popoca N. P. 2015. Uso y manejo de los hongos silvestres en cinco comunidades del Municipio de Ocoyacac, Estado de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 18: 133-143.

Estrada M. E; Guzmán G; Cibrián T. D; Ortega P. R. 2009. Contribución al conocimiento etnomicológico de los hongos comestibles silvestres de mercados regionales y comunidades de la sierra nevada (México). *Interciencia*, 34 (1): 25-33.

Fadda, G. 2009. Sustentabilidad y participación: interrelación necesaria en la gestión habitacional. una aproximación teórica. *Revista INVI*, 13(33): 1-14.

Garibay-Orijel R; Caballero J; Estrada-Torres A; Cifuentes J. 2007. Understanding cultural significance, the edible mushrooms case. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. Nature, 3 (4): 1-18.

Gómez-Espinoza J. A; Gómez-González G. 2006. *Ra Ximhai*, 1: 97-126.

González-Espinosa M; Meave, J.A; Ramírez-Marcial N; Toledo-Aceves T; Lorea-Hernández F. G; Ibarra-Manríquez G. 2012. Cloud forests of Mexico: conservation and restoration of their tree component. *Ecosistemas*, 1-2: 36-54.

Guerra-Sierra B. E. 2008. Micorriza arbuscular. Recurso microbiológico en la agricultura sostenible. *Tecnología en Marcha*, 21(1): 191-201.

- Guillen A; Badii M. H; Blanco M; Sáenz K. 2008. La participación ciudadana en el contexto de desarrollo sustentable. *Innovaciones de Negocios*, 5(1): 131-146.
- Guzmán-Chávez M. G. 2006. Biodiversidad y conocimiento local: del discurso a la práctica basada en el territorio. *Espiral (Guadalajara)*, 13(37): 145-176.
- Herrick J. E; Schuman G. E; Rango A. 2006. Monitoring Ecological Processes for Restoration Projects. *Journal for Nature Conservation*, 14: 161-171.
- Jardel-Peláez, E. J. 2015. Criterios para la conservación de la biodiversidad en los programas de manejo forestal. Comisión Nacional Forestal/Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. México. 126 pp.
- Jasso-Arriaga X; Martínez-Campos Á, R; Gheno-Heredia Y, A; Chávez-Mejía C. 2016. Conocimiento tradicional y vulnerabilidad de hongos comestibles en un ejido dentro de un área natural protegida. *Polibotánica*, (42): 167-195.
- Lara-Vázquez F; Romero-Contreras A. T; Burrola-Aguilar C. 2013. Conocimiento tradicional sobre los hongos silvestres en la comunidad otomí de San Pedro Arriba; Temoaya, Estado de México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 10(3): 305-333.
- Mariaca-Méndez R; Silva-Pérez L del C; Castaños-Montes C, A. 2001. Proceso de recolección y comercialización de hongos comestibles silvestres en el Valle de Toluca, México. *Ciencia Ergo Sum*, 8(1): 30-40.
- Marín-Agudelo S. A. 2012. Apropiación social del conocimiento: una nueva dimensión de los archivos. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 35 (1): 55-62.
- Martínez L. B. y Pugnaire F. I. 2009. Interacciones entre las comunidades de hongos formadores de micorrizas arbusculares y de plantas. Algunos ejemplos en los ecosistemas semiáridos. *Ecosistemas*. 18 (2): 44-54.
- Martínez-Peña F; Oria de Rueda J, A; Águeda T (Coordinadores). 2011. Manual para la Gestión del Recurso Micológico Forestal en Castilla y León. SOMACYL. España. 451 pp.
- Menacho O. R. M. 2010. Programa de capacitación interinstitucional para la Comisión de Educación Ambiental y Educadores de Monteverde. *Biocenosis*, 23 (1): 14-21.
- Montoya A; Estrada-Torres A; Kong A; Juárez-Sánchez L. 2001. Commercialization of wild mushrooms during market days of Tlaxcala, Mexico. *Micología Aplicada Internacional*, 13: 31-40.
- Montoya A; Estrada-Torres A; Caballero J. 2002. Comparative ethnomycological survey of three localities from La Malinche volcano, Mexico. *Journal of Ethnobiology*, 22: 103-131.
- Olivera-Morales D; Castillo-Argüero S; Guadarrama P; Ramos-Zapata J; Álvarez-Sánchez J; Hernández-Cuevas L. 2011. Establecimiento de plántulas de *Quercus rugosa* Née inoculadas con hongos micorrizógenos arbusculares en un bosque templado de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 89: 115-121.
- Pardo de Santayana M; Morales R; Aceituno-Mata L; Molina M (editores). 2014. Inventario español de los conocimientos tradicionales relativos a la biodiversidad. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. España. 411 pp.
- Peña-Cañón E. R; Enao-Mejía I. G. 2014. Conocimiento y uso tradicional de hongos silvestres de las comunidades campesinas asociadas a bosques de roble (*Quercus humboldtii*) en la zona de influencia de la Laguna de Fúquene, Andes Nororientales. *Etnobiología*, 12 (3): 28-40.

Pérez-Moreno J; Martínez-Reyes M; Yescas-Pérez A; Delgado-Alvarado B; Xoconostle-Cázares A. 2008. Wild Mushroom Markets in Central Mexico and a Case Study at Ozumba. *Economic Botany*, 62: 425-436.

Quiñonez-Martínez M; Garza-Ocañas F. 2014. Hongos silvestres de la Sierra Tarahumara, Chihuahua. Conabio- UACJ. México. 237 pp.

REDFOR, Red Forestal Para el Desarrollo Rural. 2013. Confederación de Organizaciones de Silvicultores de España. En línea: http://selvicultor.net/redfor/wp-content/uploads/Manual_recoleccion-setas.pdf. [2017].

Reyes-García V. 2009. Conocimiento ecológico tradicional para la conservación: dinámicas y conflictos. *Papeles*, 107: 39-55.

Ruan-Soto F; Cifuentes J; Mariaca R; Limón F; Pérez-Ramírez S. 2009. Uso y manejo de hongos silvestres en dos comunidades de la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Micología*, 29: 61-72.

Tapia-Tapia E. del C; Reyes-Chilpa R. 2008. Productos forestales no maderables en México: Aspectos económicos para el desarrollo sustentable. *Madera y bosques*, 14(3): 95-112.

Trombulak S C; Omland K, S; Robinson J, A; Lusk J, J; Fleischner T, L; Brown G; Dombroski M. 2004. Principles of Conservation Biology: Recommended Guidelines for Conservation Literacy from the Education Committee of the Society for Conservation Biology. *Conservation Biology*, 8(5): 1180-1190.

Anexo: Constancias de actividades de transferencia

Isidro Fabela, Estado de México, 3 y 4 de diciembre 2016

El grupo de trabajo “Educación ambiental
cuenca Presa de Guadalupe”

Otorga la presente constancia a:

Alejandra García Mares

Por su participación en el “Segundo Seminario de tesisistas UAEMéx-UNAM y actores locales trabajando en la cuenca presa de Guadalupe”, con la ponencia “Beneficios sociales y ecológicos de los hongos”. Así como la presentación del material didáctico “Prácticas que promueven la producción de hongos en los bosques de Tlazala”.

Victor Avila
DR. VÍCTOR ÁVILA AKERBERG
PROFESOR-INVESTIGADOR
UAEMEX-UNAM

Tanya
M. EN C. TANYA GONZÁLEZ MARTÍNEZ
PROFESORA
UNAM


UAEM Universidad Autónoma del Estado de México

Toluca, Estado de México, a 19 de junio de 2017

A QUIEN ORRESPONDA
PRESENTE

Asunto: Constancia de participación en seminario

Otorgo la siguiente constancia a la **Bióloga Alejandra García Mares**, por su participación en el “Tercer Seminario de tesisistas UAEMéx-UNAM y actores sociales trabajando en la cuenca Presa de Guadalupe”, el cual se llevó a cabo entre los días 17 y 18 de junio de 2017, con la ponencia titulada “¿Por qué son importantes los hongos”, donde además se discutió la información de un material de buenas prácticas de recolección de hongos de los bosques de Tlazala.

Se anexa el programa del evento. Sin otro particular envío un cordial saludo esperando se encuentre bien.

Atentamente,
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO

Victor Avila
Dr. Víctor Daniel Ávila Akerberg
Profesor-Investigador


www.uaemex.mx
Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR)
Unidad San Cavelirano Km. 1.45 Carretera Toluca-Alfarcumilco. Tel. y Fax. 294.55.52 y 180.61.24

REUNIÓN DE
RECOLECTORES DE HONGOS

Viernes 27 de enero

11:00 am

Mercado Municipal
Bicentenario, Tlazala,
Isidro Fabela

Calle Águilas s/n,
Colonia Aurora


Soy de Tlazala
Recolección de hongos comestibles

¿Se puede mejorar la recolección de hongos?
¿Qué se puede hacer para que los hongos permanezcan en los bosques?
¿Quieres saber?

¡ASISTE!


Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



Ponente: Bióloga Alejandra García Mares, UAM-X
Apoyo logístico: Yael Belén González, locataria del Mercado Municipal
Doctor Víctor Ávila Akerberg, Investigador ICAR, UAEMéx



Tlazala, municipio de Isidro Fabela, Estado de México,
16 y 17 de diciembre 2017



El grupo de trabajo "Educación ambiental
cuenca Presa de Guadalupe"



Otorga la presente constancia a:

Alejandra García Mares

Por su participación con ponencia en el "Cuarto Seminario de tesis
UAEMéx-UNAM y actores locales trabajando en la cuenca presa de
Guadalupe"

DR. VÍCTOR ÁVILA AKERBERG
PROFESOR-INVESTIGADOR
UAEMEX-UNAM

M. EN C. TANYA GONZÁLEZ MARTÍNEZ
PROFESORA
UNAM