

Informe final* del Proyecto C066

Los hongos silvestres: componentes de la biodiversidad y alternativa para la sustentabilidad de los bosques templados.

Responsable: Dr. Luis Villarreal Ruiz
Institución: Colegio de Postgraduados
Instituto de Recursos Genéticos y Productividad
Dirección: Carretera México-Texcoco Km 35.5 Montecillo, Texcoco, Mex, 56230 ,
México
Correo electrónico: virl@colpos.mx
Teléfono/Fax: Tel: 91(595)4 5265 Fax: 91(595)4 5723
Fecha de inicio: Diciembre 15, 1994
Fecha de término: Octubre 11, 1996
Principales resultados: Base de datos, Informe final
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Villarreal Ruiz, L. 1997. Los hongos silvestres: componentes de la biodiversidad y alternativa para la sustentabilidad de los bosques templados. Colegio de Postgraduados. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. **Informe final SNIB-CONABIO. Proyecto No. C066.** México, D.F.

Resumen:

El presente proyecto se inserta en el sector forestal, planteándose el aprovechamiento sustentable de la diversidad de hongos silvestres como un recursos alternativo para el manejo integral de los bosques templados de México, que contribuya en la reducción de impactos ecológicos causados por la tala y en la conservación de la biodiversidad, asignándole al bosque un nuevo valor agregado que proporcione beneficios económicos a sus habitantes mediante su comercialización, que ayude a impulsar su desarrollo integral.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

Informe final* del Proyecto C066

Los hongos silvestres: componentes de la biodiversidad y alternativa para la sustentabilidad de los bosques templados

correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx

COLEGIO DE POSTGRADUADOS EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

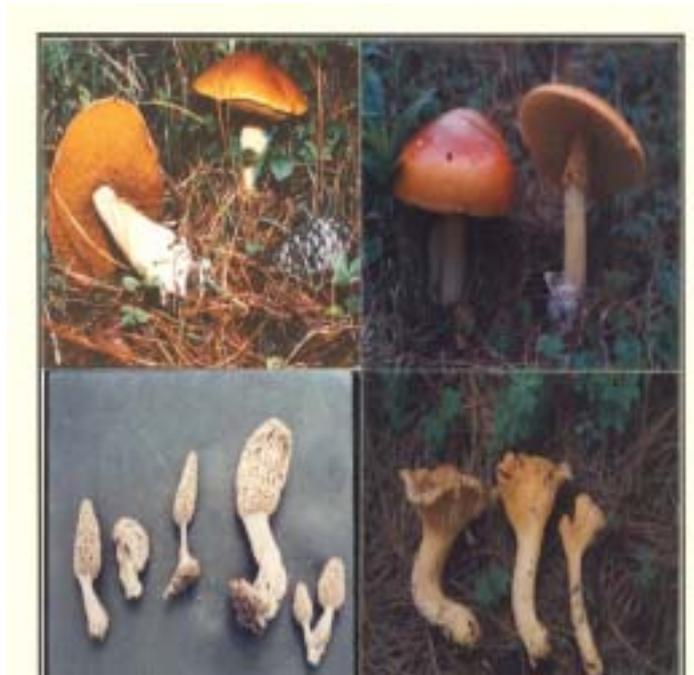
INSTITUTO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD INFORME FINAL

PROYECTO:

Los Hongos Silvestres: Silvestres: Componentes de
la Biodiversidad y Alternativa para la Sustentabilidad de los Bosques
Templados de México

Por
M. en C. Luis Villareal Ruíz

Montecillo, Edo. de México



Agosto de 1996

INFORME FINAL
(Enero-Diciembre, 1995)

TÍTULO DEL PROYECTO:

LOS HONGOS SILVESTRES: COMPONENTES DE LA BIODIVERSIDAD
Y ALTERNATIVA PARA LA SUSTENTABILIDAD
DE LOS BOSQUES DE MÉXICO

PRIMERA FASE:

DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA DIVERSIDAD Y EL
POTENCIAL DE USO EN POBLACIONES SILVESTRES

NÚMERO DE REFERENCIA ASIGNADO: C066

ÁREA: USO SUSTENTABLE

INVESTIGADORES RESPONSABLES:
M. EN C. LUIS VILLARREAL RUIZ
DR. FERNANDO CASTILLO GONZÁLEZ

INSTITUCIÓN DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO:

PROGRAMA DE GENÉTICA
INSTITUTO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
COLEGIO DE POSTGRADUADOS EN CIENCIAS Agrícolas

INVESTIGADORES PARTICIPANTES

Ecología de Hongos

M. en C. Luis Villarreal Ruíz
Programa de Genética
Instituto de Recursos Genéticos y Productividad
Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas

Análisis Socioeconómico

M. en C. J. Carmen Ayala Sosas
División de Ciencias Forestales y del Ambiente
Universidad Autónoma Chapingo

Productividad de Suelos Forestales

M. en C. Armando Gómez Guerrero
Programa forestal
Instituto de Recursos Naturales
Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas

Taxonomía de Hongos

M. en C. Margarita Villegas
Herbario Micológico
Facultad de Ciencias
Universidad Nacional Autónoma de México

Análisis Etnomicológico

M. en C. Jorge González Loera
Programa de Agroecología
Universidad Autónoma Chapingo

Cita correcta: Villarreal-Ruiz, L. (Ed.) 1996. Los Hongos Silvestres: Componentes de la Biodiversidad y Alternativa para la Sustentabilidad de los Bosques Templados de México. Informe Final, Proyecto-CONABIO C066. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, Edo. de México.

Fotos portada: Boletos edulls, Amanita caesarea, Morchella sculenta y Cantharellus cibarius: los hongos comestibles silvestres de mayor valor comercial en el mercado nacional e internacional.

Edición y Diseño: L. Villarreal Ruiz
Formato y Tipografía: G. Sánchez Miranda
Instituto de Recursos Genéticos y Productividad
Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas
Carretera México-Texcoco km 35.5
Montecillo C.P. 56230, Edo. de México

AGRADECIMIENTOS

El presente proyecto se realizó gracias a la entusiasta colaboración de las instituciones que brindaron el apoyo necesario, los investigadores participantes que contribuyeron con su talento y esfuerzo, las comunidades rurales que mantuvieron su interés, así como a todas aquellas personas que contribuyeron en alguna de las fases del mismo, particularmente:

Al Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, por las facilidades brindadas.

Al Dr. Manuel Livera Muñoz, Director del Instituto de Recursos Genéticos y Productividad del Colegio de Postgraduados, por su apoyo en todo momento.

A la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), por el financiamiento otorgado.

A los habitantes de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, por las facilidades brindadas para el desarrollo de la presente investigación. En especial se agradece al Ing. Ambrocio Saucedo Soto, al Ing. Daniel Aguilar Saldaña, al Ing. Luis Toral Campoverde y al T.F. Faustino López, por su valioso ayuda.

También se agradece a los habitantes de la Comunidad de Santa Catarina del Monte, Municipio de Texcoco, Edo. de México, por su disposición y apoyo en el desarrollo de este trabajo, particularmente a los Delegados Municipales de Santa Catarina del Monte: Lucas Corona Velázquez, Catarino Clavijo Torres y Juan Elizalde Reyes, por las facilidades brindadas en las exploraciones preliminares en los bosques de la comunidad.

Al Ing. Héctor A. Terrazas González, Presidente Municipal del Ayuntamiento de Texcoco, por su importante apoyo oficial para iniciar este proyecto en la Comunidad de Santa Catarina del Monte.

Se agradece al Ing. Juan José Alcántar Rocillo, investigador del Departamento de Agroclimatología del INIFAP-CIPAC-CEFAP-URUAPAN, por elaborar y proporcionar los resúmenes climáticos de la estación meteorológica "Barranca de Cupatitzio".

Al Dr. Christian Prat del Proyecto CP-ORSTOM, por facilitar los datos de precipitación pluvial de Santa Catarina del Monte, Edo. de México, e información bibliográfica diversa del área de estudio.

A la Tec. en Inf. Genoveva Sánchez Miranda, por su valiosa colaboración en la elaboración de las bases de datos y en el formateo electrónico del documento final.

A la M. en C. Cecilia Neri Luna, investigadora del Departamento de Ecología de la Universidad de Guadalajara, por su valioso apoyo en la revisión del manuscrito final.

Al Sr. Lucas Reyes Romero por su invaluable ayuda como guía de campo durante los muestreo en los bosques de Santa Catarina del Monte.

Al Pas. de Ing. Agrónomo Jaime González Cabrera, por su asistencia en los muestreos de campo y en el trabajo de laboratorio.

Al Sr. Rafael Rodríguez Fuentes por su desinteresada colaboración en la elaboración de la figura 63, página 77.



"Un sistema sostenible es aquel en el cual los productos pueden ser recolectados indefinidamente de un *área limitada de bosque con un bajo* impacto en la estructura y dinámica de las *poblaciones de plantas aprovechadas*"

Charles M. Peters

In Memoriam..
M. en C. Jorge González Loera

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO: FUNDAMENTOS, BIOLÓGICOS, ECOLÓGICOS Y SOCIOECONÓMICOS, PARA EL USO SUSTENTABLE DE LOS HONGOS SILVESTRES EN MÉXICO	3
2.1. Biología de los hongos silvestres	3
2.2. Los hongos como fenómeno ecológico	
5 2.3. Los hongos silvestres: componentes de la biodiversidad de México	
6 2.4. Uso tradicional vs. recolección comercial de los hongos en México: ¿Una paradoja?	
9 2.5. Perspectivas sobre el manejo y la conservación de los hongos silvestres en México	11
3. OBJETIVOS	13
3.1. Objetivo general	13
3.2. Objetivos específicos	13
4. DESCRIPCIÓN DE LAS AREAS ESTUDIADAS	14
4.1. Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán	14
4.1.1. Localización geográfica	
14 4.1.2. Rasgos culturales y condiciones socioeconómicas	14
4.1.3. Topografía	16
4.1.4. Geología	16
4.1.5. Suelo	16
4.1.6. Clima	16
4.1.7. Hidrología	17
4.1.8. Vegetación	17
4.1.9. Fauna	17
4.1.10. Uso del suelo y antecedentes de la explotación forestal	18

4.2. Comunidad de Santa Catarina del Monte, Estado de México	19
4.2.1. Localización geográfica	19
4.2.2. <i>Rasgos culturales y condiciones</i> socioeconómicas	19
4.2.3. Topografía	19
4.2.4. Geología	21
4.2.5. Suelo	21
4.2.6. <i>Clima</i>	21
4.2.7. Hidrología	22
4.2.8. Vegetación ,	23
4.2.9. Fauna	23
4.2.10. Uso del suelo y antecedentes de la explotación forestal	23
5. METODOLOGÍA	25
5.1. Exploraciones preliminares	25
5.2. Selección de las áreas de estudio	26
5.3. Establecimiento de las parcelas de monitoreo	27
5.4. Monitoreo ecológico de hongos y toma de datos en campo	27
5.4.1. Inventario micológico, determinación taxonómica de los ejemplares recolectados y aislamiento de cepas	28
5.4.2. Información climática	29
5.4.3. Análisis de las características físicas del suelo	29
5.5. Características ecológicas y silvícolas de los rodales	30
5.6. Estudio etnomicológico y económico	31
5.7. Procesamiento y análisis de la información	32
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
7. CONCLUSIONES	78
8. RECOMENDACIONES	79
9. LITERATURA CITADA	81
10. ANEXOS	

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el concepto de desarrollo sostenible y la conservación de la biodiversidad se han convertido en el "dogma central" del ambientalismo global (Koshland, 1991; Hunt, 1991; Mathews, 1991; Wilcox, 1992). Se ha reconocido a nivel internacional la necesidad de manejar racionalmente los ecosistemas naturales para garantizar su conservación y satisfacer las necesidades de la sociedad actual y futura (Millar y Ford, 1988; Cohen *et al.*, 1991). La responsabilidad de garantizar la conservación de los ecosistemas y una producción continua de los bienes y servicios del bosque, requiere del manejo planificado de multirecursos, enfoque que representa un nuevo paradigma en las ciencias forestales (Behan, 1990).

Para lograr que el manejo planificado de multirecursos sea una estrategia económica y ecológica más eficiente de la producción del bosque, es necesario valorar los diversos recursos asociados, que representen alternativas viables para incentivar a sus dueños y poseedores en su fomento y protección (Torres-Rojo y Moreno-Sánchez, 1992).

En este sentido, los hongos silvestres pueden representar una alternativa real en el manejo sustentable de los bosques de México, ya que son un recurso forestal no maderable que constituye una fuente económica y productiva para las comunidades rurales que habitan las regiones boscosas del país.

A pesar de ser un componente importante de la biodiversidad global, poco se conoce acerca de los patrones de diversidad de la *Funga*¹ mundial, ya que de acuerdo con las estimaciones de Hawksworth (1991), actualmente se ha descrito el 5 % de las 1.5 millones de especies que deben existir en el planeta. Muchas de estas especies se localizan en la región Neotropical templada-fría, donde forman parte esencial de la productividad heterotrófica de sus bosques (Villarreal y Gómez, 1994).

Recientemente Allen *et al.* (1995), denotaron la necesidad de estudiar los patrones de diversidad de los hongos ectomicorrízicos en las zonas templadas, ya que su distribución se incrementa en los bosques de coníferas de latitud norte (conociéndose a la fecha más de 1000 micobiontes), a pesar de que la diversidad de plantas hospederas es baja.

En México, los estudios ecológicos de los hongos son escasos, desconociéndose la potencialidad de las poblaciones silvestres y sus posibilidades de uso sustentable, a pesar de que son un componente de la ¹ *Funga*: Neologismo para distinguir a los hongos de la flora y fauna y resaltar su importante función ecológica en los ecosistemas. Diversidad alimentaria de sus etnias, consecuencia de su diversidad biológica, ecológica y cultural (Villarreal, 1995).

Tomando en cuenta que los hongos son un componente de la biodiversidad microbiana y un elemento estructural y funcional de los ecosistemas forestales (Hawksworth y Mound, 1991) y que además constituyen un recurso potencial para el descubrimiento de nuevos procesos y productos biotecnológicos (Buj *et al.*, 1992; Nisbet y Fox, 1991), es necesario iniciar investigaciones en México sobre sus patrones de diversidad, abundancia, el conocimiento y usos tradicionales de sus etnias. Además, es conveniente el monitoreo ecológico de los aprovechamientos comerciales sobre las poblaciones silvestres y determinar la factibilidad de establecer programas de uso sustentable, para la comercialización de este recurso, en beneficio de las comunidades indígenas marginadas que habitan las regiones boscosas templadas y frías del país (Villarreal *et al.*, 1992).

2. MARCO TEÓRICO: FUNDAMENTOS, BIOLÓGICOS, ECOLÓGICOS Y SOCIOECONÓMICOS, PARA EL USO SUSTENTABLE DE LOS HONGOS SILVESTRES EN MÉXICO

2.1. Biología de los hongos silvestres

A diferencia de las plantas, los hongos silvestres no pueden producir sus propios alimentos, por lo que son organismos heterotróficos adaptados en su fisiología y morfología a un modo de vida donde sus requerimientos nutricionales son absorbidos como materiales solubles de los sustratos donde crecen (Harley, 1971). En este proceso intervienen mecanismos enzimáticos específicos que transforman los restos orgánicos de plantas y animales en sustancias químicas simples (Dowding, 1981).

Este modo de nutrición es característico de la mayoría de los hongos de vida libre o saprófitos; sin embargo, existen algunas especies simbiotas antagonistas, que parasitan organismos vivos y mutualistas que mantienen una estrecha relación que beneficia a las plantas y algunos animales del bosque (Swift, 1982).

El ciclo de vida de los hongos se caracteriza por presentar una fase somática, constituida por células hifales metabólicamente activas, con potencial de crecimiento y diferenciación y la fase reproductora sexual o asexual, integrada por hifas diferenciadas (Hickman, 1965; Waid, 1968), tal y como se muestra en la Figura 1. El ciclo se inicia con la germinación de las esporas sexuales (producidas por los cuerpos reproductores), las cuales por lo general son dispersadas por el viento. La germinación depende de un sustrato adecuado y de condiciones ambientales favorables como la acumulación de agua, misma que produce un hinchamiento de la espora y la emisión de un tubo germinal que desarrolla células filamentosas denominadas hifas. Estas células tienen un crecimiento radial a partir de la ramificación del tubo germinal que emerge de la espora madre, formando una colonia circular de apariencia algodonosa denominada micelio, que constituye el verdadero hongo. El micelio coloniza el sustrato y lo degrada, absorbiendo y acumulando los nutrimentos necesarios para su crecimiento y para el posterior desarrollo de las estructuras reproductoras (Cooke, 1979).

La fructificación de los hongos superiores (iniciación del primordio y su morfogénesis), constituye uno de los eventos reproductivos sexuales, esenciales para la multiplicación de las especies y su dispersión a nuevos sustratos, o la resistencia temporal a condiciones adversas (Hawker, 1966). Este proceso depende de la transición de un ambiente "A", favorable para el desarrollo del micelio y la acumulación de reservas en la época de crecimiento y un ambiente "B" que favorece la formación de los primordios y el desarrollo de las estructuras reproductoras, dicha fluctuación parece estar regida por una sucesión climática anual (Delmas, 1987b).

Es conveniente mencionar que el potencial reproductivo sexual de los hongos está limitado por su constitución genética (factores endógenos); sin embargo, la expresión de este potencial es controlado por la luz, temperatura, humedad, composición y concentración de los nutrimentos del sustrato entre otros (factores exógenos), de acuerdo con Lilly y Barnett (1951).

Las estrategias adaptativas de los hongos silvestres, utilizadas para sobrevivir en sus hábitats específicos se conoce como fenología (Widden, 1981). La fenología de los hongos se caracteriza por presentar dos fenofases: la somática y la reproductiva. Resulta de particular importancia entender la magnitud de la fenología de los hongos, sobre todo para implementar programas de manejo y uso sustentable de las poblaciones silvestres. .

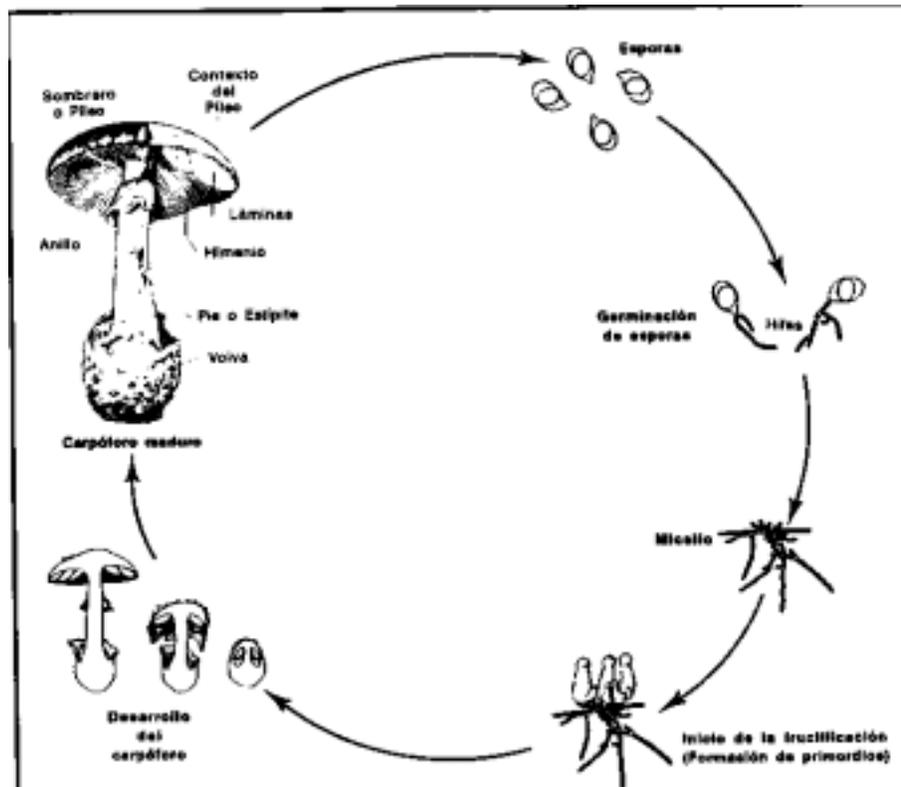


Figura 1. Ciclo de vida generalizado para los macrohongos silvestres, saprobiontes y simbioses (mutualistas y antagonistas) que se desarrollan en los bosques.

Con base en el tamaño de sus estructuras reproductoras, el tiempo de vida del micelio y el tipo de sustrato utilizado, los hongos silvestres son divididos en dos grupos básicos: 1. Los microhongos: cuyas estructuras reproductoras son "microscópicas", presentan un micelio de vida corta y utilizan sustratos sencillos como los azúcares simples. 2. Los macrohongos: que por lo general forman estructuras reproductoras "macroscópicas", presentan un micelio perenne y se alimentan de sustratos complejos como la lignina y los compuestos húmicos (Widden, 1981). La mayoría de los hongos silvestres comestibles forman parte de la segunda categoría, siendo fáciles de localizar por sus estructuras reproductoras visibles en los bosques, particularmente durante la época de lluvias.

2.2. Los hongos silvestres como fenómeno ecológico

Los hongos forman parte de los organismos que habitan los bosques, en donde cumplen una importante función ecológica dentro del subsistema de la degradación y junto con los demás organismos que integran este subsistema, son considerados por Harvey *et al*, (1979a) como uno de los principales determinantes biológicos de la calidad del sitio forestal.

El impacto de los grupos de hongos en los procesos biogeoquímicos que se desarrollan en los ecosistemas forestales, dependen de sus características biológicas tan peculiares que les permite ser eficientes catalizadores que aceleran o restringen los ciclos de los nutrientes (Remacle, 1981). Los procesos bioquímicos donde los hongos actúan como catalizadores son diversos, tales como: a) mineralización-inmovilización; b) óxido-reducción; c) volatilización-fijación; y d) precipitación-solubilización (Alexander, 1971). Dichas actividades incluyen

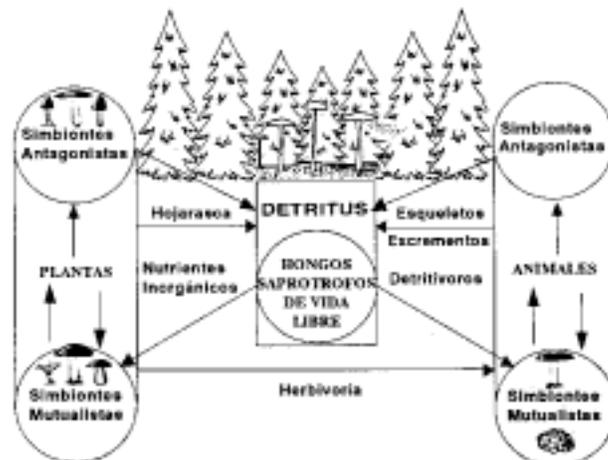
diversos ciclos entre los que destaca el del carbono, además de otros elementos minerales como: el nitrógeno, fósforo, azufre y boro (no metálicos); potasio, calcio y manganeso (metales ligeros) y los metales pesados: hierro, manganeso, cobre, zinc y molibdeno (Assmann, 1970).

Como degradadores, los hongos son los principales agentes de la descomposición de restos orgánicos y del reciclaje de nutrimentos en los bosques (Lindeberg, 1981). Se estima que el 95% del metabolismo heterotrófico es generado por los organismos degradadores dentro de los cuales los hongos contribuyen con el 90% del total (Reichle *et al.*, 1973).

Su función como simbioses mutualistas es también relevante, ya que se ha estimado que las micorrizas representan el 50% de la biomasa total y el 43% del nitrógeno recirculado anualmente en un ecosistema de *Pseudotsuga menziesii* en Oregon, E.U.A. (Fogel, 1980). Además, Fogel y Hunt (1979) estiman que el 50.5% de la biomasa total anual producida en un rodal de abeto-Douglas (30,324 kglha⁻¹), fue aportada por los hongos. Dichos autores observan además que el reciclaje de los hongos fue 5 veces más rápido que el del mantillo forestal y que además, los aportes de las micorrizas fue 3 veces mayor al de los combinados por los troncos, ramas y hojas. Por otra parte, se ha podido demostrar que las raíces y los hongos micorrízicos representan alrededor del 70 a 80% de la producción primaria neta en los bosques de *Abies amabilis* y *P. menziesii* en los E.U.A (Vogt *et al.*, 1982; Fogel y Hunt, 1983).

Finalmente, cabe resaltar que los hongos silvestres (tanto degradadores como micorrízicos) tienen un comportamiento similar a los "diablillos" imaginarios del físico James Clerck Maxwell, ya que transfieren información de los restos orgánicos de las plantas mediante la degradación, a un sistema de mayor orden, facilitando la producción de fotoasimilados por las plantas (Perry, 1985a y b; Perry y Choquette, 1987). Estos hechos son de gran relevancia, ya que existe una relación causal entre los siguientes procesos: la degradación favorece la recirculación de los nutrimentos y a su vez el flujo de los fotoasimilados de la planta hacia las raíces e hifas de las micorrizas. Dicha distribución de fotoasimilados ayuda a mantener una gran diversidad de comunidades de organismos del suelo, mismos que estabilizan los ecosistemas durante las fluctuaciones ambientales o en periodos de estrés ambiental, manteniendo positivamente la fotosíntesis neta y reduciendo los niveles de entropía del sistema (Perry *et al.* 1989). En la Figura 2 se representa la importancia de los grupos de hongos en los bosques.

Figura 2. Relación funcional de los hongos silvestres en los ecosistemas forestales.



2.3. Los hongos silvestres: componentes de la biodiversidad de México

México es considerado como uno de los 12 países megadiversos donde se concentra el 70% de la biodiversidad de ciertas formas de vida (vertebrados, mariposas y plantas vasculares) y además en su territorio se localiza el 10% de todas las especies terrestres del planeta (Groombridge, 1992). Actualmente se conocen 6000 especies de hongos, de los cuales 2000 son micromicetos y 4000 macromicetos, según Guzmán (1995). Sin embargo, dicho autor estima que la biodiversidad fúngica mexicana es de más de 100, 000 especies, por lo que sólo se ha estudiado alrededor del 6%. Esta cifra de hongos estimados resulta muy baja considerando la gran diversidad biológica de nuestro país, ya que tan sólo constituyen el 6.6% de las especies conocidas a nivel mundial.

Por otra parte, la diversidad alimentaria de México se sustenta en la articulación de su diversidad biológica, ecológica y cultural, misma que ha dado por resultado el consumo tradicional de 600 especies de plantas silvestres, 300 de peces, moluscos y crustáceos, 100 insectos y alrededor de 100 plantas cultivadas entre otras (Toledo *et al.*, 1985).

Los hongos comestibles silvestres forman parte de esta diversidad alimentaria, ya que constituyen un recurso que ha formado parte de un patrón tradicional de subsistencia que data de épocas prehispánicas y que está basado en el uso múltiple y sostenido de los recursos naturales (Figura 3).

Figura 3. Representación conceptual de los hongos comestibles silvestres como parte de la diversidad alimentaria de México.



A la fecha se conocen 205 especies de hongos comestibles de las cuales 112 son objeto de venta en los mercados populares de México, particularmente en la región central del país (Villarreal y Pérez

Moreno, 1989a,b). El total de especies comestibles presentes en México representa poco más del 10% de las 2000 estimadas a nivel mundial por Kaul (1987). De acuerdo con Villarreal (1993), dichas especies se distribuyen en México a lo largo de un gradiente altitudinal que incluye los bosques de coníferas con 153 especies, encino con 88, mesófilo de montaña con 35, bosques tropicales con 23 y zonas agrícolas y urbanas con 18 (Figura 4).

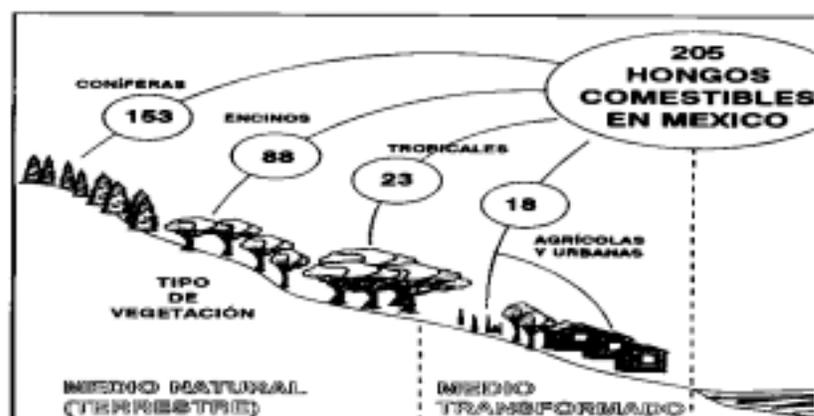


Figura 4. Distribución ecológica de los hongos comestibles silvestres en México.

HONGOS COMESTIBLES DE MÉXICO

205 HONGOS CONOCIDOS EN 28 DE LOS 31 ESTADOS DE LA REPÚBLICA MEXICANA

ESTADOS MAS ESTUDIADOS	No. Spp. _	ESTADOS MENOS ESTUDIADOS	No. Spp.
1. MÉXICO *	155	1. BAJA CALIFORNIA SUR	2
2. VERACRUZ	132	2. COLIMA	2
3. HIDALGO	126	3. NAYARIT	2
4. MICHOACAN	118	4. SINALOA	1
5. MORELOS	97	5. TAMAULIPAS	1

* Incluyendo D. F.

Figura 5. Distribución de los hongos comestibles silvestres en los Estados de la República Mexicana

Las especies conocidas se encuentran distribuidas en 28 de los 31 Estados de la República Mexicana, siendo los estados de México, Veracruz, Hidalgo, Michoacán y Morelos, los mejor estudiados con 155, 131, 126, 118 y 97 taxa respectivamente; en tanto que Tabasco con 3, Baja California Sur con 2, Colima con 2, Nayarit con 2, Sinaloa y Tamaulipas con 1 respectivamente, los menos estudiados. Por su parte Aguascalientes, Querétaro y Sonora son los únicos sin registro de alguna especie comestible (Villarreal y Pérez-Moreno, 1989a), tal y como se muestra en la Figura 5.

2.4. Uso tradicional vs. recolección comercial intensiva de los hongos en México: ¿Una paradoja?

El uso de los hongos silvestres en México, constituyen, de acuerdo con el planteamiento de Toledo (1990), un *corpus* de conocimiento estructural, dinámico, relaciona) y utilitario que mantienen algunas etnias que habitan las regiones boscosas del país.

El aprovechamiento de la producción natural de los hongos silvestres en los bosques del país, constituye una actividad productiva de carácter estacional que se desarrolla mediante la recolección de las especies en los rodales donde crecen. Este uso está intimamente ligado al conocimiento de las etnias sobre los hongos, permitiéndoles desarrollar incluso, sistemas de clasificación tradicional que abarcan diversos aspectos sobre las características de éstos, sus atributos como entes biológicos, sus interrelaciones ecológicas y propiedades como elementos de la naturaleza. Dicho sistema de clasificación fue denominado por Levi-Strauss (1962) como "la ciencia de lo concreto" ya que según él, lo han desarrollado los "hombres primitivos" en forma paralela al conocimiento científico. Desafortunadamente este conocimiento está sujeto a una desaparición progresiva, debido a los procesos de transculturación a que están siendo sujetas las etnias de nuestro país.

Por otra parte, el conocimiento sobre la distribución tanto espacial como estacional de las especies, les permite a los recolectores optimizar el uso de este recurso en ciertas épocas del año, ya que cada hongo tiene zonas dentro del bosque y periodos de abundancia específicos.

Tradicionalmente en México, el aprovechamiento de la producción natural de los hongos en los bosques, se ha desarrollado como prácticas familiares de recolección en épocas debidamente caracterizadas (Mapes *et al.*, 1981; González, 1982; Gispert *et al.*, 1984; Estrada-Torres y Aroche, 1987). Estas recolecciones efectuadas por los "hongueros" (nombre que reciben las personas que desarrollan esta actividad) se realizan con fines de autoconsumo o para su comercialización a baja escala en los mercados populares de las poblaciones aledañas a sus comunidades, especialmente durante la época de lluvias (Villarreal, 1995).

El aprovechamiento de los hongos ha contado tradicionalmente con un predominio en su valor de uso (autoconsumo) sobre el valor de cambio (comercialización), ya que un "honguero" en promedio puede recolectar entre 4-10 kg/hombre/día, realizando su venta por montones o "pilas" de tamaño y precio variable, dependiendo del tipo de hongos (Villarreal, 1995). De acuerdo con Toledo *et al.* (1985), esta clase de aprovechamiento de los recursos naturales mantiene un equilibrio con los ecosistemas, ya que la cantidad del producto extraído solo se utiliza para satisfacer sus necesidades inmediatas y más elementales, el proceso productivo es poco tecnificado y fundamentalmente de carácter artesanal, además de que no se compra o vende fuerza de trabajo y la actividad tiene un sentido familiar o comunitario.

Sin embargo, en los últimos años diversas compañías comercializadoras extranjeras y nacionales han promovido el aprovechamiento intensivo y con fines de exportación, de las poblaciones silvestres de algunos hongos comestibles como: el "tecomate" (*Amanita caesarea*), las "pancitas" (*Boletus edulis*), el "duraznillo" (*Cantharellus cibarius*), las "mazorquitas" (*Morchella* spp.) y el "hongo blanco" (*Tricholoma magnivelare*), entre otros.

La falta de mecanismos de regulación oficial en un principio favorecieron el saqueo indiscriminado de dichas especies, mismo que tan sólo de 1990 a 1993 fue 165 toneladas de carpóforos con un valor de \$1,104,833.00 dólares americanos (Figura 6). De no implementarse a futuro un programa nacional de uso sustentable del bosque, que incluya a los hongos como parte del manejo de multirecursos, podría propiciarse la sobreexplotación o explotación inadecuada de las especies de alto valor comercial. Esto tendría un impacto ecológico y socioeconómico severo, debido a la alteración de la tasa de recuperación natural de las poblaciones

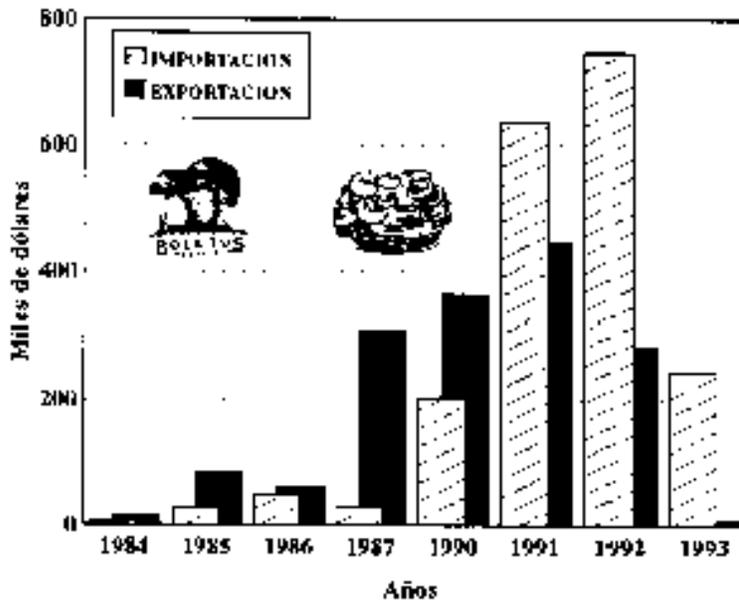


Figura 6. Importación y exportación de los hongos comestibles silvestres y cultivados en México, durante 1984-1987/1990-1993 (Elaborado de los archivos de SECOFI y BANCOMEXT).

de hongos silvestres, así como la modificación de los patrones tradicionales de uso del recurso, al cambiar los hábitos de los recolectores y revertir el esquema de apropiación tradicional de la naturaleza.

2.5. Perspectivas sobre el uso sustentable y la conservación de los hongos silvestres en México

A partir de 1994 el Gobierno de México emite la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994 para la protección de las especies en peligro de extinción (Diario Oficial, 1 994a), donde se determinan las especies y subespecies de flora, fauna y funga nativa, para "establecer las regulaciones que permitan protegerlas, conservarlas y desarrollarlas". Esta Norma fue diseñada con un criterio eminentemente conservacionista, proporcionando una "lista-roja" donde se incluyeron aquellas especies de hongos presumiblemente amenazadas, en peligro de extinción o que debían estar bajo protección especial. Desafortunadamente la lista fue elaborada arbitrariamente sin bases científicas, que estuvieran respaldadas en trabajos minuciosos de inventario y monitoreo ecológico en los bosques bajo aprovechamiento. Dicha Norma por lo tanto, constituye una imposición y además una medida extrema que puede resultar contraproducente, ya que margina de toda posibilidad de uso a las comunidades indígenas que han desarrollado dicha actividad desde épocas prehispánicas. Además, ahunada a la tremenda presión de las compañías comercializadoras, propicia el clandestinaje, creando un mercado negro del producto nacional

que sin duda generará una mayor presión sobre las poblaciones silvestres de hongos.

Paradójicamente a ello, ese mismo año se publicó simultáneamente la Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM EM 009-SARH3-1994, para el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de hongos (Diario Oficial, 1994b), ratificada en 1996 como la Norma Oficial Mexicana NOM-010RECNAT-1996 (Diario Oficial, 1996). En esta Norma se incluyen diversas especies de hongos de la "lista-roja", lo que resulta contradictorio.

Finalmente, es conveniente considerar que la creciente demanda en el consumo y comercialización de los hongos a nivel mundial representa amplias expectativas para México, ya que de acuerdo con Delmas (1987a) se ubica en un "zona rica", bajo condiciones climáticas favorables y aunque tiene poca tradición en el cultivo de los hongos, existe una vasta tradición en el conocimiento y uso de especies silvestres. Sin embargo, existe un creciente interés por el cultivo intensivo de algunas especies como el "champiñón" (*Agaricus spp.*), la "seta" (*Pleurotus spp.*) y el "shiitake" (*Lentinula spp.*).

Por tal motivo, es necesario desarrollar investigaciones sobre la ecología de las poblaciones de hongos de alto valor comercial bajo explotación intensiva para determinar el posible impacto de la recolección a largo plazo, intensificar los esfuerzos para la domesticación de aquellas especies nativas para su cultivo intensivo. Además es necesario: 1) establecer redes de monitoreo ecológico para evaluar el posible impacto y declinación de especies de alto valor comercial bajo aprovechamiento; 2) ejercer un control más riguroso sobre las empresas comercializadoras; 3) iniciar acciones para la conservación biológica *in situ* mediante el esquema de microreservas; 4) crear bancos de germoplasma fúngico para su conservación biológica *ex situ* y 5) elaborar "listas rojas" realistas de especies amenazadas, raras, en peligro de extinción o que deberán estar bajo protección especial, basadas en estudios científicos bien fundamentados.

3. OBJETIVOS

3.1, Objetivo general

Evaluar en forma comparativa la diversidad y abundancia de las poblaciones de hongos silvestres, el conocimiento tradicional de las etnias de las localidades seleccionadas, el valor económico de su aprovechamiento y el posible impacto de la recolección, sobre las características físico-químicas del suelo.

3.2. Objetivos específicos

- 1 , Conocer la diversidad y composición de las especies de hongos en las localidades seleccionadas,
2. Evaluar cuantitativamente su abundancia y fenología reproductiva.
3. Registrar el efecto de la recolección de los hongos sobre las características físico-químicas del suelo.
4. Valorar el conocimiento tradicional de los hongos en las etnias de las comunidades estudiadas.
5. Estimar el valor económico de su comercialización en dichas comunidades.

4. DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS ESTUDIADAS

A continuación se presenta la descripción de las áreas estudiadas y sus principales rasgos culturales, condiciones socioeconómicas, y sus características ambientales, ecológicas y silvícolas.

4.1. Comunidad Indígena Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán

4.1 .1. Localización geográfica

La comunidad Indígena Nuevo San Juan Parangaricutiro se ubica al oeste de la ciudad de Uruapan, en el estado de Michoacán, entre las coordenadas geográficas $19^{\circ} 21' 0''$ y $19^{\circ} 34' 45''$ de latitud norte, y los $102^{\circ} 08' 15''$ y $102^{\circ} 17' 30''$ de longitud oeste. Tiene una superficie total de aproximadamente 18,142 hectáreas de las cuales alrededor de 11,000 son bosques sujetos a manejo forestal (Figura 7).

4.1.2. Rasgos culturales y condiciones socioeconómicas

La comunidad cuenta con 940 comuneros, de los cuales 873 se localizan en el pueblo de Nuevo San Juan y 67 están distribuidos en las rancherías. El 70% de la población económicamente activa se dedica a la actividad forestal, el 15% a la frutícola, el 10% a la agricultura y el 5% restante a la ganadería, actividades artesanales, comercio y otros servicios (Anónimo, 1988).

En relación a la vivienda, la mayoría de las casas están construidas de material, que ha sustituido poco a poco a las tradicionales construcciones de madera o a las de adobe. La comunidad cuenta con servicios de agua potable, luz y drenaje. Además hay servicios de salud gubernamentales como la clínica del IMSS-COPLAMAR, misma que atiende a las personas de escasos recursos, además cuenta con servicios médicos particulares. Los medios de comunicación que tiene son: la radio, televisión, servicios de transporte, correos, teléfono y cine. En cuanto al sector educativo se localizan 3 jardines de niños, 5 escuelas de nivel primaria, una secundaria y un colegio de bachilleres, así como seis escuelas primarias ubicadas en las rancherías (Figura 8).

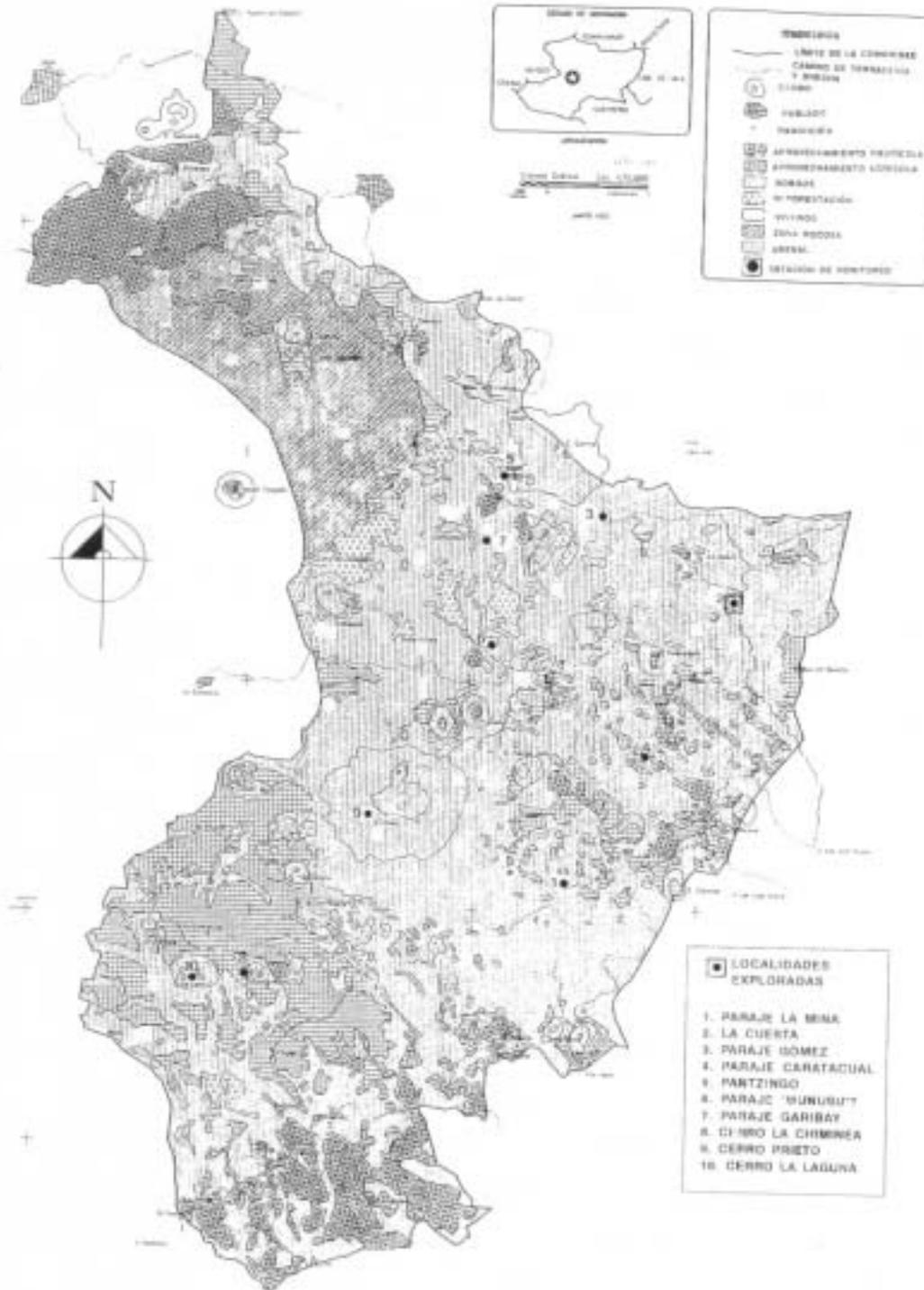


Figura 7. Ubicación de los predios explorados y la estación de monitoreo ecológico de los hongos en la Comunidad de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

4.1.3. Topografía

El área de estudio se localiza en la cadena montañosa del Eje Neovolcánico Transversal, constituyéndose como una zona muy accidentada con pendientes de entre 5 y 80%. Se presentan diversas elevaciones y grandes lomeríos con exposiciones SE. Las elevaciones más importantes son: Cerro Prieto, que alcanza una altitud de 3,200 m s.n.m.; Cerro Pario con alrededor de 2,910 m.s.n.m. , Cerro San Nicolás con 2,900 m s.n.m., Cerro Cutzato con 2,800 m s.n.m., Cerro de Tumbiscatillo con 2,600 m.s.n.m. (Gómez y Oleschko, 1994).

4.1.4. Geología

El origen geológico de la región data probablemente del cenozoico superior y las rocas que la conforman son ígneas extrusivas, entre las que predominan las rocas basálticas, ceniza volcánica intemperizada, arena, lapilli, conglomerados volcánicos y las andesitas (Demant, 1976). En los alrededores del Volcán Parícutín se localizan grandes áreas cubiertas totalmente por rocas basálticas, que constituyen el 0.90% de todo el predio (Anónimo, 1988).

4.1.5. Suelo

Los suelos que prevalecen en la comunidad son de origen volcánico, del tipo Andosol Vitrícos de la Clasificación FAO/UNESCO. De acuerdo con la Clasificación Americana y considerando el régimen de humedad del área, corresponden al Gran Grupo Udivitrand (Gómez y Oleschko, 1994). Según Chávez-Huerta (1984), se han originado a partir de cenizas volcánicas de reciente formación, las cuales se depositaron entre 1943 y 1950, producto de la explosión del volcán Parícutín. Son suelos ácidos (pH de 6.5), con presencia de materia orgánica de 1 al 4% y de texturas medias a gruesas.

Presentan una capacidad de intercambio catiónico baja (16 meg/100g) y en muchos casos con una buena capacidad de retención de humedad aprovechable (16% en base al peso). De acuerdo con Gómez-Tagle (1985), cuando los suelos son utilizados con fines agrícolas, presentan problemas de disponibilidad de fósforo.

4.1.6. Clima

Esta zona presenta un clima templado húmedo, con abundantes lluvias en verano (A) C (w"2) (w) b (i'). La precipitación media anual es de 1500 a 2000 mm, con un porcentaje de lluvia invernal menor del 5% y la frecuencia de heladas es de 20-40 días anuales. Tiene una humedad relativa alta durante todo el año, alcanzando su nivel mínimo (60%) en marzo y los máximos (90%) durante los meses de junio a septiembre. Estas condiciones de alta humedad favorecen el desarrollo de masas forestales densas en la mayor parte de la comunidad. La temperatura media anual es de 18 °C alcanzándose la máxima en el mes de mayo con 21 °C y la mínima se presenta en enero con 16 °C. Las temperaturas extremas se encuentran entre los -5 y los 36 °C (García,1975; 1981).

4.1.7. Hidrología

El predio forma parte de la Región Hidrológica RH8, localizándose entre las cuencas hidrológicas I y J, en las subcuencas E y G. Los principales ríos son: Tecalcatepec, Cupatitzio e Itzicuaró. Además existen diversos manantiales tanto temporales como permanentes sujetos a protección por la comunidad, entre los que destacan: Las Barrancas, El Corcubí, La Hortencia, El Tepetate, El Rosario, Tumbiscatio, Zirashpan, Phantzingo, Choritiro (Anónimo, 1988).

4.1.8. Vegetación

Los tipos de vegetación que se localizan en mayor proporción en esta región son: el bosque de pino (*Pinos spp.*) y pino-encino (*Pinos spp.-Quercus spp.*). En las partes altas se encuentran en menor grado, bosques de oyamel (*Abies religiosa*). Las principales especies dominantes del estrato arbóreo son: *Pinos douglasiana*, *P. leiophylla*, *P. michoacana*, *P. montezumae* y *P. pseudostrobus*, *Quercus candicans*, *Q. laurina*, *Q. obtusata*, *Q. rugosa*, *Abies religiosa*, *Alnus arguta*, *Betula sp.* y *Clethra mexicana*. En términos generales, el estrato arbustivo está constituido por diversas especies de los géneros *Baccharis*, *Verbesina*, *Lupinus*, *Rubus* y *Dodonaea*. El estrato herbáceo lo integran algunas especies de *Gnaphalium*, *Muhlenbergia*, *Pteridium* y *Senecio*.

4.1.9. Fauna

En los bosques de la comunidad se localiza una fauna rica, pero poco estudiada. Entre las especies más conocidas tenemos: la "codorniz enmascarada" (*Colinus virginianus*), "codorniz moctezuma" (*Curtonyx montezumae*), "paloma de collar" (*Columba fasciata*), "paloma huilota" (*Zenaidura macroura*), "conejo del este" (*Sylvilagus floridanus*), "ardilla de las rocas" (*Stermophilus variegatus*), "ardilla gris" (*Sciurus aureogaster*), "onza"

(*Mustela frenata*), "zorrillo" (*Spilogale putorius*), "gato montés" (*Lynx rufus*), "venado" (*Odocoileus virginianus*), "zorra" (*Urocyon cinereoargenteus*), "armadillo" (*Dasypus novemcinctus*), "coyote" (*Canis latrans*), "ratón" (*Peromyscus melanotis*, *Reithrodontomys sp.*), "tejón" (*Nasua nasua*), "tuna" (*Pappogeomys sp.*) y *Didelphis marsupiales*, conocido como "tlacuache" (Anónimo, 1988).

4.1.10. Uso del suelo y antecedentes de la explotación forestal

De acuerdo con el estudio de manejo integral de la comunidad (Anónimo, 1988), el área de estudio se destina en su mayoría al manejo forestal para la obtención de productos maderables, contando con una superficie aprovechable de 10,464 ha, de acuerdo con el ajuste al estudio dasonómico de la Comunidad, desarrollado en 1990 (Anónimo, 1990). Las especies de mayor importancia comercial son: *Pinus pseudostrobus*, *P. michoacana*, *P. montezumae*, *P. leiophylla*, *P. douglasiana*, *Quercus candidans*, *Q. laurina*, *Q. rugosa*, *Q. obtusata*, *Abies religiosa*, *Alnus arguta*, *Betula sp.* y *Clethra mexicana*.

Las existencias reales totales por género que se indican en el ajuste al estudio dasonómico de la comunidad son: pino= 2,006,988 m³/volumen total por área (v.t.a.); oyamel = 114,444 m³lv.t.a.; encino= 171,405 m³lv.t.a.; otras hojosas= 72,721 m³lv.t.a. (Anónimo, 1990).

El método de ordenación de bosques utilizado es el de "Desarrollo Silvícola", mediante el tratamiento de "Árboles Padre". El método de beneficio utilizado es el de "Monte Alto" para pino y oyamel y el de "Monte Bajo" para encinos y hojosas. El ciclo de corta se realiza en 10 años y el turno de corta es de 50 años.

El mercado de productos se destina al consumo comercial, ya que el doméstico es escaso. Los principales productos que se obtienen del aprovechamiento maderable son: madera aserrada, astilla de pino, oyamel, encino y hojosas, duela y molduras de pino, encino y hojosas (mercado nacional y de exportación), elaboración de cajas de empaque de madera de pino, muebles de pino, encino y hojosas, celulósicos de encino, carbón vegetal de encino (mercado nacional y de exportación) y la construcción de casas prefabricadas de madera.

Por otra parte, la comunidad destina una superficie de 578 hectáreas para la protección de manantiales y la recreación. La superficie agrícola y frutícola corresponde a 4,662 ha. La vegetación arbustiva y de pastizales ocupa alrededor de 283 ha y finalmente, 2,155 ha están cubiertas por arena y lava volcánica, lo que constituye zonas improductivas desde el punto de vista agrícola y forestal.

4.2. Comunidad Santa Catarina del Monte, Estado de México 4.2.1. Localización geográfica

La comunidad de Santa Catarina del Monte se ubica en la parte oriental del Estado de México, en el declive oeste del complejo montañoso "Tlálloc", entre las coordenadas geográficas de los 98° 44' de longitud oeste y los 19° 25' 50" de latitud norte, a una altura media *sobre el nivel del mar* de 3,300 m (Figura 9).

4.2.2. Rasgos culturales y condiciones socioeconómicas

La comunidad cuenta con una población económicamente activa, dedicada a la música, floricultura, ganadería a baja escala, actividades artesanales, recolección de plantas y hongos silvestres, comercio y otros servicios.

En relación a la vivienda, la mayoría de las casas están construídas de material, aunque se pueden observar algunas casas de madera y adobe. El poblado cuenta con servicios de agua potable, luz y drenaje. Los medios de comunicación que tiene son: radio, televisión y servicio de caseta telefónica. El acceso se realiza por vía terrestre, mediante servicio de transporte Texcoco-Santa Catarina. Tienen una clínica *del IMSS* y *servicios* educativos a nivel primaria y secundaria (Figura 10).

4.2.3. Topografía

El complejo montañoso del "Tlálloc", al que pertenece la Comunidad de Santa Catarina del Monte, es una zona montañosa con diversas inclinaciones y exposiciones del terreno que forma parte de la Sierra de Río Frío. A partir de la cota altitudinal de los 2,800 hasta los 3,800 m s.n.m., presenta un relieve muy accidentado, con laderas abruptas, pendientes de hasta 30%, barrancos profundos y grandes peñas. En las partes más altas se presentan accidentes topográficos y formaciones orográficas como: el "Cerro Tecorral" con una altitud de 3,380 m, "Cerro Huepango" con 3,600 m y el "Cerro *Tearco*" con 3,580 m s.n.m.; además de la Sierra de Quetzaltepec, que se extiende sobre la vertiente suroeste de los Cerros de Huepango y Tecorral (SPP, 1981).

4.2.4. Geología

La geofoma del área de estudio está constituida por materiales ígneos de origen volcánico del terciario superior, que emergieron como lava debido a las erupciones de los volcanes Tláloc y Telapón (Gómez-Guerrero, 1989). Esta Sierra se formó probablemente a inicios del terciario medio (hace veinte millones de años) debido a la fractura Chapala-Acambay, alcanzando su máxima expresión en el terciario superior como un ramal de la falla de San Andrés y que se extiende desde el Pacífico en la Región de Tepic, hasta la Región del Cofre de Perote, Ver., en la vertiente del Golfo de México (Mooser, 1963).

4.2.5. Suelo

Los suelos de esta región son derivados de cenizas volcánicas de reciente formación, son de naturaleza andenística, negros, profundos y de textura media, ricos en materia orgánica. De acuerdo con el sistema de clasificación FAO/UNESCO corresponden al Phaeozem háplico. En base al tipo de vegetación, los suelos pueden clasificarse de la siguiente manera: en el bosque de encino y a una altitud de 2,725 m se presentan los Cambisoles éutricos; en el bosque de oyamel a 3,189 m s.n.m. se localizan los de tipo Cambisol eútrico, en tanto que en el pinar de altura a 3,550 m s.n.m. se localizan los Phaeozem háplico. En términos generales son suelos muy friables, algunas veces sueltos y con densidades aparentes bajas (GómezGuerrero, 1989).

4.2.6. Clima

La accidentada orografía de la cuenca del Valle de México permite localizar una gran diversidad climática y en algunas ocasiones, las condiciones climáticas pueden variar significativamente de un lugar a otro, a pesar de la corta distancia que los separa. En la región de Texcoco se presentan 3 subtipos climáticos, de los cuales el área de estudio presenta el templado muy húmedo C(W₂ (W) Bi, con lluvias en verano, muy distribuidas y superiores a los 1000 mm anuales y temperaturas extremas de 6.5 y 22 °C. Las lluvias invernales son escasas, con un promedio estacional de 9 mm. Este subtipo climático es característico de zonas montañosas con altitudes de 2,800 a 4,000 m s.n.m. Los diversos accidentes topográficos que se localizan en la zona originan notables diferencias en la cantidad de lluvias, debido a la sombra pluvial ocasionada por las grandes sierras y la cercanía de la Sierra Nevada, que se interpone al paso de los vientos húmedos procedentes del Golfo de México (Quantin, 1992).

4.2.7. Hidrología

El poblado de Santa Catarina del Monte se localiza en la parte más alta de la subcuenca hidrográfica del río Coxacoaco, la cual forma parte de las ocho subcuentas hidrográficas que se ubican en la parte oriental de la cuenca lacustre del Valle de México.

El río Palmilla constituye uno de los principales afluentes del río Coxacoaco, donde desembocan los arroyos originados por los escurrimientos de la Sierra, y por el flujo de los manantiales localizados en la parte superior del somontano alto. Las barrancas y cañadas que transportan dichos escurrimientos en dirección este-oeste, forman dos sistemas fluviales: el del Río "Tlantecactli" (al norte del poblado) y el del río "Magdalena" (al sur del mismo). El primero se origina por la unión de los arroyos de las cañadas de "El Rancho" y "Acatitla", al noroeste del poblado y al noreste confluye el arroyo de la cañada de "Huetziatl", fluyendo todo el caudal del río por la barranca de "Xocuatlaco". El segundo sistema fluvial se forma por la confluencia del arroyo de la cañada de "Monamiquiatl" al sureste y del arroyo de la cañada de "Carranzaco"

(en la cañada del río "Magdalena"), en la parte baja del somontano alto, por la barranca de "Tlatlashcantla".

Como parte de estos dos sistemas fluviales se localizan 4 manantiales importantes para la comunidad, ya que la abastecen con agua tanto para uso doméstico como para riego. Dichos manantiales son: 1. Atexca. Localizado al norte de la zona urbana de riego (el total del caudal de este manantial se comparte con la ciudad de Texcoco, en tanto que la parte que le corresponde al poblado se utiliza para riego y uso doméstico); 2. Cuautengo. Se ubica al noroeste de la zona montañosa y se encuentra entubada desde su nacimiento. Una parte del agua de este manantial es almacenada en una cisterna para su distribución con fines domésticos y la otra se guarda en depósitos llamados "cuautengo" (construidos de mampostería y tierra), desde donde se distribuye para el riego de las parcelas localizadas en el centro de la comunidad; 3. Tlalmanastica. Es el manantial en uso con mayor antigüedad y a pesar de ello su nacimiento se conserva aún natural. Se localiza al sureste de la zona urbana de riego y abastece con agua para riego y para uso doméstico la parte centro-sur, sureste y suroeste del poblado; 4. Temalacachifia. Ubicado en la parte sureste de la zona urbana de riego, recientemente entubado para abastecer la parte centro-sur, sureste y suroeste de dicha zona (González, 1981).

4.2.8. Vegetación

Los principales tipos de vegetación que se localizan en el área de estudio son: El bosque de encino (*Quercus* spp.), el cual se distribuye a los 2,725 m s.n.m.; el bosque de oyamel (*Abies religiosa*) que se localiza de los 2,800 a los 5,500 m s.n.m. y el bosque de pinos (*Pinus hartwegii*), que se desarrolla entre las cotas altitudinales de los 2,900 y los 4,000 m. En menor proporción se desarrollan en las zonas húmedas de las barrancas, a una altitud de 2,750 m, rodales de cedro blanco (*Cupressus lindleyi*), mezclados con *Abies* o *Pinus*, o formando masas puras.

La vegetación arbustiva del bosque de *Abies* está compuesta por especies del género: *Ribes*, *Berberis*, *Fuchsia* y *Senecio*, mientras que la vegetación herbácea la integran algunas especies del género *Euphorbia*, *Acaena* y *Penstemon*. Por otra parte, en el bosque de *Pinus* el estrato arbustivo está dominado por *Senecio* spp. y el estrato herbáceo por algunas especies de los géneros *Geranium* y *Oxalis*.

4.2.9. Fauna

En la zona de estudio se desconocen antecedentes sobre la fauna nativa. En las entrevistas con los pobladores de la comunidad, indicaron la presencia de zorrilo, gato montés, tejón y coyote.

4.2.10. Uso del suelo y antecedentes de la explotación forestal

Los bosques de Santa Catarina del Monte no están bajo aprovechamiento forestal, ya que en su momento la comunidad se negó a vender la concesión a la fábrica de papel San Rafael. Por lo tanto, no existen inventarios sobre el recurso forestal, ni caminos que permitan el acceso en automóvil, por lo que este se realiza a través de brechas, a pie o a lomo de burro.

Se desconocen las existencias reales totales por género, así como los antecedentes sobre el uso de algún método de ordenación de bosques.

Las principales especies de importancia comercial son: *Pinus pseudostrobus*, *P. montezumae*, *Quercus* spp., *Abies religiosa* y *Alnus* spp., entre otras. Es conveniente resaltar que si bien no existe explotación comercial, si hay extracción selectiva (con hacha o motosierra) para satisfacer las necesidades de los habitantes de la comunidad.

El mercado de productos se concentra en el consumo doméstico, dentro del aprovechamiento maderable, los principales productos obtenidos son: tablones y postes de madera de pino, utilizada para construcción.

En relación al uso de recursos no maderable, sobresale el aprovechamiento de los hongos comestibles silvestres para autoconsumo o para su venta en los mercados regionales de Texcoco y el D.F. Este sistema de aprovechamiento se realiza en forma combinada con el uso de plantas medicinales, combustibles (carbón y leña), con propiedades insecticidas, ornamentales, artesanales, condimenticias y ceremoniales.

A pesar de que los bosques de la comunidad no se encuentran bajo aprovechamiento, pudo constatarse en las exploraciones realizadas, que el grado de perturbación es severo, ya que además de la explotación clandestina de sus recursos, se realiza pastoreo libre de ganado caprino, ovino y bovino, lo cual elimina la posibilidad de regeneración natural.

5. METODOLOGÍA

La metodología empleada en este trabajo combina los enfoques taxonómico, ecológico, etnobiológico y económico, con el fin de elaborar un diagnóstico preliminar de la diversidad de hongos silvestres y el potencial de uso sustentable de sus poblaciones. Las zonas de estudio se eligieron bajo los

siguientes criterios: 1. La vocación forestal de las comunidades y el sistema de apropiación de los recursos naturales (tradicional en Santa Catarina del Monte, Edo. de México y tecnificado en Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán). 2. Su riqueza potencial de hongos comestibles, conocimiento y usos por parte de sus habitantes. 3. El interés mostrado por las comunidades, así como las facilidades otorgadas por las autoridades para el desarrollo del trabajo.

5.1. Exploraciones preliminares

Durante el mes de enero se efectuaron reuniones con la autoridades de las comunidades de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán y Santa Catarina del Monte, Edo. de México para programar las actividades a desarrollar, así como las visitas guiadas, para lo cual fue necesario el apoyo de las fotografías aéreas y los mapas disponibles.

En Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán se visitaron 10 predios durante los meses de enero y febrero. El recorrido se efectuó en camioneta, debido a lo accesible de los caminos, obteniéndose diversa información sobre sus características ecológicas y silvícolas, así como de los recursos naturales y usos. Dichos predios se mencionan a continuación: 1. Paraje la Mina, integrada por vegetación arbórea dominada por *Pinus leiophylla* y *P. pseudostrobus*, tiene una altitud de 2,185 m; 2. La Cuesta, bosque de *Pinus leiophylla*, *P. pseudostrobus* y *P. montezumae*, a 2,260 m s.n.m., presenta suelos profundos y el bosque se encuentra bajo resinación; 3. Paraje Gómez, bosque de *Pinus pseudostrobus*, *P. leiophylla* y *P. montezumae*, se localiza a una altitud de 2,370 m; 4. Paraje Caratacual, tiene suelos profundos, donde se desarrolla un bosque de *Pinus pseudostrobus* bajo resinación, a una altitud de 2,375 m; 5. Pantzingo, se localizó a una altitud de 2,450 m, tiene un suelo arenoso, la arena presentó una profundidad de 60 cm de grosor, donde se desarrolla un bosque de *Pinus montezumae*; 6. Paraje "Munusu", bosque de *Pinus montezumae* a 2,550 m de altitud; 7. Paraje Garibay, se ubica a 2,570 m de altitud, se desarrolla un bosque de *Pinus-Quercus*, dominando el estrato arbóreo *Pinus lawsonii*, *P. douglasiana*, *P. pseudostrobus* y *Quercus rugosa*. 8. Cerro La Chiminea, con una altitud de 2,865 m, se encontraron suelos profundos donde se desarrolla un bosque de *Abies religiosa*, sin intervenir. 9. Cerro Prieto, se localiza un bosque de *Abies religiosa* con árboles aislados de *Pinus pseudostrobus*, a una altitud de entre 2,800 a 2,890 m, en un terreno semipedregoso, con

suelo poco profundo, con intervención silvícola en 1994, aclareo con un espaciamiento de 6 m entre árboles. 10. Cerro de La Laguna, a una altitud de 3,000 m, bosque de *Abies religiosa* con árboles aislados de *Pinus pseudostrabus*, suelos profundos con intervención silvícola en 1994 (primer aclareo con un espaciamiento de 6-8 m entre árboles).

En Santa Catarina del Monte se efectuaron recorridos por toda la comunidad, durante enero y febrero. Se visitaron 8 predios, siguiendo una transacción altitudinal. Los recorridos se efectuaron a pie por pequeñas veredas o siguiendo la zona de las cañadas, ya que no existen caminos pavimentados o de terracería para llegar a la zona boscosa. Al igual que en Michoacán, se obtuvo información diversa sobre diferentes condiciones ecológicas y silvícolas de los bosques de la comunidad y el uso de los recursos naturales por parte de los pobladores. Los predios visitados se mencionan a continuación: 1. Paraje Tepanco, es una zona de lomerío caracterizado por un suelo pedregoso donde se localiza un bosque de *Quercus* spp. a una altitud de 2,700 m; 2. Paraje de Tetexcolaya, se localizan masas dispersas de *Abies religiosa* a lo largo de la cañada, a una altitud de 2,800 m; 3. Paraje de Tlantecama, se observó un bosque de *Abies religiosa* mezclado con *Pinus* spp. a una altitud de 2,930 m, es una zona de pastoreo con presencia de ganado ovino; 4. Paraje de Zacatenco, es un bosque mezclado de *Abies religiosa*-*Pinus montezumae*, a una altitud de 3,000 m, se detectó extracción selectiva de arbolado, principalmente de pino; 5. Paraje de Tres Palos, se localiza a una altitud de 3,200 m, donde se desarrolla un bosque de *Abies religiosa*; 6. Tecuescontitla, presenta bosque de *Abies religiosa* y se localiza a una altitud de 3,220 m; 7. Loma de Cuahulambra, se ubica en el camino a Zepanyaco, a una altitud de 3,345 m, donde se desarrolla un bosque de *Abies religiosa* poco perturbado; 8. Paraje de Zepanyaco, el cual se localiza a una altitud de 3,345 m y es un pinar de altura dominado en el estrato arbóreo por *Pinus hartwegii*, con *Muhlebergia macroura* "zacatón" en el estrato herbáceo.

5.2. Selección de las áreas de estudio

La información recabada en las exploraciones preliminares se analizó cuidadosamente y durante el mes de marzo se seleccionaron las áreas de estudio en los estados de México y Michoacán. Dicha selección se basó en los siguientes criterios: 1. La representatividad del tipo de vegetación en la comunidad; 2. Lo accesible de los caminos durante la época de lluvias; 3. Los antecedentes sobre el uso de los hongos por parte de los habitantes de la comunidad; 4. Las condiciones ecológicas y silvícolas de las masas forestales; 5. El estado fitosanitario de los bosques.

En Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, se seleccionó el predio de la "Cuesta", el cual se ubica al norte del poblado (Figura 1 1). En Santa Catarina del Monte, Edo. de México se seleccionó la "Loma de Cuahulambra", localizada al este del poblado, en el camino a Zepanyaco (Figura 12).

5.3. Establecimiento de las parcelas de monitoreo

Durante el mes de abril se instalaron las parcelas de monitoreo, para lo cual se marcaron en el bosque mediante estacas de madera con un banderín de color, para distinguirlas en el bosque. La distribución de las parcelas fue al azar, abarcando una superficie total de alrededor de 3 ha. En la instalación se utilizó una brújula para evitar errores en la determinación del área total y un geoposicionador ENSIGN-GPS, todas las parcelas se ubicaron siguiendo una exposición norte. En la comunidad de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Mich., se estableció un área de exclusión, cercando con alambre de púas todo el sitio de estudio (Figura 1 1), mientras que en Santa Catarina del Monte, solo se delimitaron las parcelas con las estacas, banderines y pintura, debido a que no se podía limitar el acceso a los pobladores (Figura 12).

Se instalaron 5 parcelas rectangulares de 0.1 ha (50x20 m), de acuerdo con la metodología de Kalamees y Silver (1988). Dichas parcelas se marcaron con cuatro estacas de madera con un banderín azul, en el que se anotó el número de la parcela (Figura 13).

Además se instalaron 10 parcelas experimentales de 100 m² (10x10 m), delimitadas mediante cuatro estacas e hilo plástico de colores y con un banderín amarillo donde se anotó el número de la parcela experimental y el porcentaje de recolección (Figura 14). El hilo de color anaranjado subdividió el cuadrante en subcuadrantes de 5x5 m, mientras que el hilo amarillo delimitó el área de recolección efectiva. Las parcelas se distribuyeron de la siguiente manera: 2 cuadrantes testigo (sin recolectar); 2 cuadrantes con intensidad de recolección del 25%; 2 con recolección del 50%; 2 con intensidad de corta del 75% y 2 con recolección del 100% (Ammirati, 1986).

5.4. Monitoreo ecológico en hongos y toma de datos en campo

El monitoreo ecológico es una combinación de técnicas que permite la colección sistemática de información, mediante el registro repetido o el muestreo de información similar para su comparación, tomando como base una referencia inicial (Clarke, 1986; Molina *et al.*, 1993). En este trabajo la información recabada constituye la información base, misma que deberá compararse con estudios futuros para obtener información confiable sobre la diversidad, abundancia y distribución espacial y estacional de las poblaciones

de hongos presentes en los bosques, así como de las condiciones ambientales que afectan su desarrollo.

5.4.1. Inventario micológico, determinación taxonómica de los ejemplares recolectados y aislamiento de cepas

El inventario de los hongos inició con el traslado a las estaciones de monitoreo, mismo que varió dependiendo de la accesibilidad de los caminos. Por ejemplo, tal y como se mencionó anteriormente, en la comunidad de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Mich., el acceso a la estación de "La Cuesta", se efectuó en vehículo, haciendo media hora de camino desde el poblado. Sin embargo, para llegar a la estación de monitoreo de la "Loma de Cuahulambra" en Santa Catarina del Monte, Edo. de México el recorrido se efectuó a pie y utilizando bestias de carga para transportar el equipo (Figura 15). El tiempo de recorrido desde el poblado fue de dos horas de ida y dos horas de regreso, transitando por brechas y atravesando las cañadas. Una vez localizadas las parcelas de monitoreo se procedió a realizar el muestreo, iniciando con las parcelas de 0.1 ha a partir de una de sus esquinas, mediante transectos en bandas de 1 m, siguiendo una secuencia en zig-zag en una dirección norte-sur. Este muestreo se efectuó con el fin de llevar un control estricto de la distribución de las especies en las parcelas y para evitar disturbios en las áreas por inventariar. Posteriormente se muestrearon las parcelas de 10x10 siguiendo el mismo procedimiento. El tiempo promedio empleado varió, dependiendo de la parcela de muestreo y de las condiciones climatológicas; siendo de una hora para cada parcela de 0.1 ha y 30 minutos para las parcelas de 10x10m.

La información fue recabada en formas elaboradas para este fin (Anexo 1a). Los ejemplares fueron depositados en papel encerado o en bolsas de polipapel. El pesado se realizó en el campo, siempre que las condiciones climatológicas lo permitieron y en caso contrario el material fue trasladado al laboratorio. Los carpóforos fueron limpiados cuidadosamente de impurezas de suelo y mantillo, empleando una brocha suave y posteriormente pesados en fresco con una báscula digital portátil marca Oahus de 2 kg.

El estudio macro-morfológico de los hongos se realizó en fresco mediante el empleo de formas especiales diseñadas para cada grupo taxonómico (Anexo 1 b,c), siguiendo los criterios de Largent (1973;1977); Largent y Thiers (1977) y Cifuentes-Blanco *et al.* (1986). Las técnicas empleadas para el estudio micro-morfológico fueron las descritas por Largent *et al.* (1980). Las obras consultadas para la determinación taxonómica de las especies fueron: Aguirre-A costa y Pérez-Silva (1978); Bon(1984); Breitenbach y Kränzlin (1984;1986;1991); Corner (1966;1967;1970); García y Castillo (1981); Groves (1981); Hesler y Smith (1979); Lowy (1971); Marr y Stuntz

(1973); Overholts (1967); Petersen (1971 a,b; 1981); Smith y Thiers (1964); Thind (1961). Además se emplearon las siguientes guías de campo: Arara (1979); Guzmán (1978;1979); Lincoff (1981); Miller (1982); Miller y Miller (1980).

Para establecer los transectos para estimar la diversidad, se seleccionó un rodal en cada bosque estudiado, instalándose dos transectos paralelos de 245 m de longitud, separados a una distancia de 5 m. En cada transecto se ubicaron 50 parcelas circulares de 4 m², a intervalos de 5m, haciendo un total de 100 parcelas y cubriendo un área total de 400 m² (O'Dell y Ammirati, 1993). Se efectuaron 2 transectos en diferentes épocas del año, donde se registraron y recolectaron los carpóforos de los hongos comestibles presentes. El tiempo promedio empleado para la instalación y muestreo de los transectos fue de 3 a 5 horas, dependiendo de la época del año y de las condiciones climatológicas.

Los ejemplares fueron posteriormente trasladados al laboratorio y deshidratados en una secadora de hongos durante 48 horas. El material deshidratado fue pesado, obteniendo su biomasa con base en peso seco. Para calcular el índice de diversidad se empleó la fórmula de Shannon-Wiener (H'), utilizando la frecuencia en que se encontraron las especies en las parcelas circulares en el rodal muestreado.

Para iniciar el banco de germoplasma fúngico, se procedió al aislamiento de cepas de los ejemplares recolectados en fresco, siguiendo la técnica de aislamiento y mantenimiento en cultivo de Molina y Palmer (1984).

5.4.2. Información climática

Los datos climáticos de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, fueron obtenidos de la estación meteorológica "Barranca del Cupatitzio" del INIFAP-CIPAC-CEFAP-Uruapan, ubicada cerca del área de estudio. Mientras que en Santa Catarina del Monte, Edo. de México, se obtuvieron los datos de precipitación mensual del Proyecto CP-ORSTOM, del Programa de Edafología del IRENAT.

5.4.3. Análisis de las características físicas del suelo y evaluación de impactos.

Se realizó un muestreo edáfico en los sitios seleccionados, que consistió' tomar 10 muestras de suelo en cada una de las parcelas de monitoreo, las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Análisis Físicoquímico del IRENAT del Colegio de Postgraduados.

Para evaluar el efecto de la compactación del suelo sobre la productividad de los hongos, se obtuvo información sobre la densidad aparente y la resistencia mecánica del suelo, ya que constituyen parámetros físicos relacionados con la porosidad y la estructura interna del suelo (Greacen y Sands, 1980). Los principales parámetros edáficos que se asociaron con la productividad de los carpóforos de los hongos fueron: la densidad aparente estimada por el método de la probeta, la densidad aparente estimada a partir de una muestra inalterada y la resistencia a la penetración del suelo, empleando un penetrómetro tipo "Proctor" (Anexo 2), tal y como se muestra en la Figura 16.

El procedimiento de muestreo que *se empleó fue sistemático*, efectuándose mediciones en las intersecciones de una malla rectangular de 60 x 50m, con una distancia entre línea y línea de 10m. Dichos muestreos se efectuaron en los cuadrantes permanentes de 0.1 ha y la información fue complementada con los datos de abundancia (número y biomasa) de los carpóforos de los hongos encontrados en dichos cuadrantes. Con este procedimiento se pudo asociar los parámetros físicos del suelo y la abundancia de los hongos en un determinado espacio y conocer sus tendencias en forma preliminar.

5.5. Características ecológicas y silvícolas de los rodales

Se efectuó la toma de datos ecológicos y silvícolas de los bosques estudiados, mismos que se presentan a continuación.

Bosque de Pinus. Se localiza en el sitio conocido como "La Cuesta", en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Municipio de Parangaricutiro, Michoacán, a 19° 25' 11" latitud norte y 102° 07' 59" longitud oeste (ENSGN-GPS). Tiene una altitud de 2210 m s.n.m. (ENSGNGPS), una exposición S-E y una pendiente de 12-30%. Es un rodal incoetáneo, dominado en el estrato arbóreo por *Pinus leiophylla*, *P. michoacana*, *P. pseudostrobus* y *Quercus spp.* La edad promedio del arbolado es de 32 años (datos tomados en 1995), con una altura promedio de 18 m. El grado de cobertura arbórea es de 60-80%, con un grosor de la capa de hojarasca de 3-6 cm. El número de árboles mayores de 5 cm por ha fue de 270, con una área basal de 19.89 m², y un diámetro normal de 26 cm. El estrato arbustivo está dominado por especies de los géneros: *Baccharis*, *Dodonea*, *Verbesia*, *Lupinus*, *Rubus*, *Senecio* y *Verbesina*. El estrato herbáceo lo integran algunas especies de *Gnaphalium*, *Muhlenbergia*, *Pteridium* y *Senecio*. El bosque ha estado sujeto a cortas selectivas desde 1983 (Figura 11).

Bosque de Abies. Se ubica en la base y parte de una ladera conocida como "La Loma de Cuahulambra", en la Comunidad de Santa Catarina del Monte, Municipio de Texcoco, Estado de México, a 19° 27' 8" latitud norte y 98° 44' 19" longitud oeste (ENSGN-GPS) y con una altitud de 3330 m s.n.m. (ENSGN-GPS), tiene una exposición S-E y una pendiente de 30-50%. Es un rodal coetáneo y sobremaduro, dominado en el estrato arbóreo por *Abies religiosa*. La edad promedio del arbolado es de 85 años (datos tomados en 1995), con una altura promedio de 32 m y un diámetro normal promedio de 62 cm. El grado de cobertura arbórea es de 80-90%, con un grosor de la capa de hojarasca de 8-10 cm. El estrato arbustivo está dominado por especies de los géneros: *Acaena elongata*, *Eupatorium glabratum*, *Penstemon gentianoides*, *Senecio angulifolius*, *S. barba johannis*. El estrato herbáceo lo integran las siguientes especies: *Alchemilla procumbens*, *Festuca amplissima*, *Muhlenbergia nigra*, *Ribes ciliatum*, *Senecio peltiferus*, *Stipa ichu*. El bosque ha estado sujeto a extracción selectiva sin ningún control (Figura 12).

5.6. Estudio etnomicológico y económico

La evaluación etnomicológica se efectuó de acuerdo con la metodología de Estrada-Torres y Aroche (1987). El levantamiento de la información se desarrolló mediante entrevistas abiertas en los mercados aledaños y la selección al azar de pobladores de la comunidad, utilizando formas elaboradas para este fin (Anexo 1 d). Dichas formas incluyeron las siguientes preguntas: 1. definición del concepto hongo, 2. tipos de crecimiento y desarrollo, 3. distribución estacional de las especies y su fonología, 4. tipos de hábitats donde crecen, 5. objeto de la recolección (autoconsumo, venta directa, venta a intermediarios), 6. productos acompañantes, 6. edad y sexo del entrevistado, 7. kilogramos recolectados por día.

Para la evaluación económica se emplearon indicadores económicos como: 1. valor actual neto, 2. tasa interna de retorno y 3, relación beneficiocosto (FAO, 1980). Esta evaluación consistió en la estimación de costos y beneficios de los pobladores en la recolección de los hongos, todos ellos actualizados y considerando algunos de los efectos indirectos primarios que la producción obtenida puede tener sobre otros recursos del bosque. La obtención de los beneficios y los costos involucrados en el proceso, dará un flujo financiero, el cual será analizado en función de otras alternativas de inversión u otras actividades productivas dentro del bosque, cuyo impacto sobre la biodiversidad sea mínima, ya que de acuerdo con FAO (1983), toda actividad productiva que se desarrolla en un bosque, influye sobre el ecosistema. Por otra parte, para evaluar el grado de comercialización de los hongos en los mercados regionales, se emplearon los métodos de Cladentey (1979) y Ayala-Sosa (1990), que consistieron en seguir lotes de productos desde su recolección y flujo por el mercado, determinando las personas y organizaciones que participan y los diferentes precios que se obtienen del mismo (Figuras 17-21).

5.7. Procesamiento y análisis de la información

La información recabada se integró en una base de datos, utilizando el programa de cómputo QUATTRO PRO para capturar la información, la cual posteriormente fue procesada con el conjunto de programas de cómputo útiles para el análisis estadístico de datos SAS (SAS Institute, 1982). Los datos ecológicos fueron procesados con el programa de cómputo Krebs. Los principales métodos empleados se describen a continuación:

1. Composición de especies fúngicas. Se elaboró un listado del número total de especies presentes en los bosques muestreados durante 1995. El sistema de clasificación empleado está basado en Hawksworth *et al.* (1983) y Villarreal y Pérez-Moreno (1989a).

2. Se empleó el índice de diversidad Shannon-Wiener (H I para estimar la diversidad de especies presentes en los transectos. Dicho índice se calculó usando la frecuencia de las parcelas en un rodal (O ' Dell y Ammirati, 1993). Además se estimó la diversidad de especies de las parcelas permanentes de 0.1 ha. El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H7 combina el número de especies y la igualdad o desigualdad de la distribución del número de individuos en cada especie. Por lo que un mayor número de especies y una mayor uniformidad en su distribución incrementa la diversidad.

3. Coeficiente de similaridad. Se empleó el índice de Similaridad de Jaccard, ya que es una expresión matemática muy simple para calcular la similaridad en la composición de las especies en los sitios estudiados, basado en el número de especies comunes en dos áreas y el número total de las especies presentes entre ellas (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

4. Abundancia: Número de carpóforos y biomasa. Los valores de producción fueron estimados de acuerdo con el procedimiento empleado por Hunt y Trappe (1987).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Especies de hongos estudiadas

En 1995 se recolectaron durante los inventarios micológicos más de 3000 especímenes para su tonteo y estimación de peso. De estos se registraron, herborizaron e incorporaron a la colección de hongos del IREGEP alrededor de 100 ejemplares, de los cuales se determinaron 57 especies (Cuadro 1 y Figuras 22-56). El trabajo se centró básicamente en las especies de hongos útiles, preferentemente los comestibles y resulta representativo el número total de especies estudiadas, considerando que no se trató de un estudio taxonómico. Esta cifra resulta significativa si se compara incluso con estudios taxonómicos-fungísticos que abarcan regiones de mayor superficie, tal es el caso de: Guzmán (1972) que registra 121 especies en su estudio de los

hongos, líquenes y mixomicetos de la zona del volcán Popocatepetl, Edo. de México, considerando que dicha cifra corresponde al 25% de la funga de la región; Guzmán y Villarreal (1984) que presentan 151 especies de hongos, líquenes y mixomicetos para toda la región del Cofre de Perote en Veracruz, de los cuales 52 fueron comestibles; Rodríguez-Scherzer y Guzmán-Dávalos (1984) reportan 109 especies en las Reservas de la Biósfera de La Michilía y Mapimí, estado de Durango; Frutis *et al.* (1985), estudian 50 especies del Estado de México y Cifuentes *et al.* (1993) que registran 205 especies en dos años de investigaciones en el Parque Ecológico Estatal de Omiltemi, Guerrero; en tanto que Pérez-Moreno *et al.* (1993) presentan 64 taxa de macromicetos del Parque Nacional Zoquiapan en el Edo. de México, de los cuales 43 son comestibles. En otros estudios similares al presente, donde evalúan la productividad de hongos silvestres, el número de especies es bajo comparado con este trabajo, tal es el caso de: Moreno-Zárate (1990) que estudia 24 especies de hongos comestibles de Santa Catarina del Monte, Edo. de México, en dos tipos de vegetación; Villarreal (1994) reporta 43 especies de hongos comestibles en 5 años de estudio en dos rodales del Cofre de Perote, Veracruz; Zamora-Martínez y Nieto de Pascual-Pala (1995) estudian 29 especies comestibles en los bosques aledaños a la Ciudad de México.

De las especies estudiadas 8 fueron Ascomycetes y las 49 restantes Basidiomycetes. Las familias mejor representadas de acuerdo con el número de especies fueron: Tricholomataceae con 8 especies, Gomphaceae con 6, Amanitaceae y Russulaceae con 5 especies cada una de ellas. Según Cifuentes *et al.* (1993), estos grupos son actualmente de los más estudiados en la funga mexicana, debido al limitado conocimiento de otros grupos de hongos, como consecuencia de problemas operativos en los métodos de preservación, la frecuencia estacional de las exploraciones micológicas y la falta de trabajos monográficos, incluso a nivel mundial.

Cuadro 1. Lista sistemática de los hongos silvestres estudiados.

SUBDIVISIÓN ASCOMYCOTINA

Clase *Euscomycetes*

Orden *Clavicipitales*

Familia *Hypomycetaceae*

**Hypomyces lactifluorum* (Schw.) Tuslane

Clase *Discomycetes*

Orden *Pezizales*

Familia *Helvellaceae*

**Gyromytra infula* (Schaeff. ex Fr.) Quéf.

**Helvella crispa* Scop. ex Fr.

**H. lacunosa* Fr.

Familia *Morchellaceae*

**Morchella elata* Bull, ex Fr.

**M. esculenta* Pers. ex St. Amans

Familia *Pezizaceae*

Otidea onotica (Pers. ex Fr.) Fuckel

Familia *Sarcosomataceae*

**Sarcosphaera eximia* Durieu et Lév.

SUBDIVISIÓN BASIDIOMYCOTINA

Clase *Basidiomycetes*

Orden *Dacrymycetales*

Familia *Dacrymycetaceae*

Calocera viscosa (Fr.) Fr.

Phlogiotis helvelloides Fr.

Familia *Corticaceae*

Syzygospora tumefaciens (Ginns et Sunhed) Ginns

Familia *Cantharellaceae*

**Cantharellus cibarius* Fr.

**Craterellus cinereus* Pers. ex Fr.

Familia *Bondarzewiaceae*

Bondarzewia montana (Quéf.) Sing.

Familia *Clavariaceae*

**Clavariadelphus truncatus* (Quéf.) Donk

Familia *Clavulinaceae*

**Clavulina cristata* (Fr.) Schroet.

Familia *Gomphaceae*

**Gomphus floccosus* (Schw.) Sing.

Ramaria abietina (Pers. ex Fr.) Quéf.

**R. botrytis* Fr. Rick

**R. flava* (Fr.) Quéf.

**R. sanguinea* (Pers. ex Secr.) Quéf.

**R. stricta* (Pers. ex Fr.) Quéf.

Familia *Hydnaceae*

**Sarcodon scabrosus* (Fr.) Karst

Familia *Polyporaceae*

Fomitopsis pinicola (Fr.) Kar.

**Lentinus lepideus* Fr.

Orden *Agaricales*

Familia *Agaricaceae*

**Agaricus silvaticus* Schaeff, ex Secr.

**A. silvicola* (Vitt.) Sacc.

Macrolepiota procera (Scop. ex Fr.) Sing.

Familia *Amanitaceae*

**Amanita caesarea* var. *caesarea* (Scop. ex Fr.) Grev.

**A. fulva* Schaeff. ex Pers.

**A. gemmata* (Fr.) Gill.

A. muscaria var. *flavivolvata* (Sing.)

Jenkins

**A. rubescens* (Pers. ex Fr.) 5. F.

Gray

Familia *Bolbitiaceae*

**Psatirella spadicea* (Schaeff. ex Fr.) Sing.

Familia *Hygrophoraceae*

**Hygrophorus chrysodon* Batsch, ex Fr.

Familia *Strophariaceae*

**Pholiota* sp.

Familia *Tricholomataceae*

Asterophora parasitica (Bujj. ex Fr.) Sing.

% Especies estudiadas en las parcelas de monitoreo.

* <i>Clitocybe gibba</i> (Pers. ex Fr.) Kumm.	Familia Paxillaceae
* <i>Collybia dryophila</i> (Bull. ex Fr.) Quéf.	* <i>Hygrophoropsis aurantiaca</i> (Wulfen ex Fr.)
* <i>Laccaria amethystina</i> (Bolt, ex Hook.)	Maire
Murr.	
* <i>Laccaria laccata</i> (Stop. ex Fr.) Berk. et	
Broome	Clase Gasteromycetes
<i>Lyophyllum decastes</i> (Fr.) Sing.	Orden Lycoperdales *
<i>Tricholoma flavovirens</i> (Pers. ex Fr.)	
Lund. et Nann.	Familia Geastraceae
<i>Leucopaxillus amarus</i> (Alb. et Schw. ex	<i>Geastrum saccatum</i> Fr.
Fr.) Kühner.	
	Familia Lycoperdaceae
Familia Russulaceae	* <i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.
<i>Lactarlas chrysorheus</i> Fr.	* <i>L. umbrinum</i> Pers.
* <i>L. deliciosus</i> (L. ex Fr.) S.F. Gray.	
* <i>L. salmonicolor</i> Heim et Leclair	Orden Sclerodermatales * <i>L.</i>
<i>scrobiculatus</i> (Stop. ex Fr.) Fr.	
* <i>Russula brevipes</i> Peck	Familia Sclerodermataceae
	<i>Scleroderma geaster</i> Fr. Familia Boletaceae
* <i>Suillus granulatus</i> (L. ex Fr.) Kuntze	Orden Nidulariales
Familia Gomphidiaceae	Familia Nidulariaceae
* <i>Chroogomphus rutilus</i> (Schaeff. ex Fr.)	<i>Crucibulum laeve</i> (Huds. ex Relh) Kambly Mili.

6.2. Distribución de las especies estudiadas por tipo de vegetación

Al analizar la distribución de las especies recolectadas en los tipos de vegetación estudiados se observó que el mayor número se localizó en el bosque de *Abies* con 43, mientras que en el bosque de *Pinus* se observó un menor número de especies con 24. Esta tendencia es referida por Guzmán (1972), donde encuentra una mayor riqueza de especies en el bosque de *Abies* con respecto al bosque de *Pinus montezumae*, en la zona del Popocatepetl, considerando que: "la humedad es desde luego, uno de los principales factores que motiva esta distribución de la riqueza fúngica". Por su parte, Guzmán y Villarreal (1984) notan las mismas tendencias en su estudio de la región del Cofre de Perote, Veracruz, considerando que la distribución ecológica y altitudinal es semejante a la de la zona del Popocatepetl, por lo que mencionan: "lo cual hace ver las correlaciones que hay entre las montañas de México".

Las especies estudiadas en este trabajo permite corroborar una vez más las observaciones efectuadas por los autores antes mencionados, dado que las localidades estudiadas se ubican en diferentes estados de la República

Figura 8. Vista panorámica de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán; Figura 10. Vista panorámica de la Comunidad de Santa Catarina del Monte, Edo. de México; Figura 11. Bosque de *Pinus* spp. bajo exclusión, seleccionado para el monitoreo ecológico de los hongos, en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán; 12. Bosque de *Abies* seleccionado para el monitoreo ecológico de los hongos en Santa Catarina del Monte, Edo. de México; Figura 13. Parcela rectangular de monitoreo (50x20 m), delimitada por estacas y banderines azules; Figura 14. Parcela cuadrada de monitoreo (10x10 m), delimitada por estacas, banderines amarillos y *cordeles* de colores; Figura 15. Ascenso a pie a la estación de monitoreo de Santa Catarina del Monte; 16. Medición de la resistencia mecánica del suelo en las parcelas rectangulares de monitoreo, utilizando un penetrómetro tipo "Proctor"; 17. Recolectora múltiple, nótese la venta de diversos productos vegetales de la región de Texcoco donde sobresalen los siguientes hongos a: "xoletes" (*Lyophyllum decastes*), b: el "hongo del maguey" (*Pleurotus laevis*) y el "huitlacoche" (*Ustilago maydis*); Figura 18. Recolectora intencional, comercializando únicamente hongos silvestres en el mercado de Texcoco; Figura 19. Comercialización de las "trompas de puerco" (*Hypomyces lactifluorum*) en el mercado de Uruapan; Figura 20. Comercialización de hongos silvestres en el mercado de Texcoco al inicio de la temporada de lluvias: a) *Lyophyllum decastes* conocidos como "xolote"; b) *Collybia dryophila* ("xoclalich") y c) *Pholiota* sp. ("tlazonanacatl"); Figura 21. Recolector ocasional de hongos silvestres, los cuales son para autoconsumo o venta a baja escala; Figura 22. *Syzygospora tumefaciens* atacando un basidioma de *Collybia dryophila*, nótese las tumefacciones producidas en el píleo y la base de estípite; 23. *Agaricus silvicola*, "champiñón de monte", hongo comestible del bosque de pino; 24. *Chroogomphus rutilus*, especie micorrízica y comestible que se desarrolla en los bosques de pino; 25. *Tricholoma flavovirens* "canarios", hongo comestible de los bosques de pino y oyamel; 26. *Lactarius deliciosus* "enchilado blanco", se desarrolla en los bosques de pino y oyamel.



Figura 27. Las "mazorquitas" *Morchella spp.* se desarrollan en el bosque de oyamel y son muy cotizadas en el mercado internacional; Figura 28. *Sarcosphaera eximia*, hongo comestible y quebradizo que crece en el oyamel; Figura 29. *Clavariadelphus truncatus*, hongo característico del bosque de oyamel; Figura 30. Las "cornetitas" (*Gomphus floccosus*), hongos comestibles que crecen en forma abundante en el bosque de oyamel y que se comercializa en el mercado de Texcoco; Figura 31. *Ramaria botrytis* se le conoce como "escobeta amarilla", es una especie comestible muy apreciada; Figura 32. La "escobeta blanca" (*R. stricta*) es un hongo saprobio comestible de los bosques de pino y oyamel; Figura 33. *R. sanguinea*, crece en el bosque de oyamel y se caracteriza por mancharse de rojo al maltratar alguna de sus partes; Figura 34. *R. flava* se le conoce como "escobeta cambray" por su menor talla, es una especie comestible que se vende mezclada con otros hongos; Figura 35. El "duraznillo" (*Cantharellus cibarius*), hongo comestible de importancia comercial en el mercado nacional e internacional; Figura 36. *Asterophora parasitica* atacando un basidioma del hongo comestible *Russula brevipes*; Figura 37. *Sarcodon scabrosus* hongo micorrízico del bosque de oyamel; Figura 38. *Lentinus lepideus*, especie comestible conocida en Michoacán como "hongo de iarin"; Figura 39. *Laccaria laccata* es un hongo comestible que se comercializa en la región de Texcoco mezclado con otras especies; Figura 40. *Clitocybe gibba* "tableritos", especie comestible que se desarrolla en los bosques de pino y oyamel; Figura 41. "Trompa de puerco" (*Russula brevipes*), es comestible y en Michoacán es más apreciada cuando es parasitada por *Hypomyces lactifluorum*; Figura 42. *Amanita gemmata* hongo tóxico y micorrízico de los bosques de oyamel; Figura 43. *Amanita fulva*, es comestible y se desarrolla preferentemente en los bosques de pino estudiados; Figura 44. *Amanita rubescens* es conocida en Santa Catarina del Monte como "Juan Diego", es un hongo comestible de los bosques de pino y oyamel que se caracteriza por mancharse de rojo vináceo en la base del pie al cortarla.



Figura 45. *Amanita caesarea*, se le conoce como "yemita" o "jicarita" en la región de Texcoco y como "hongo amarillo" o "kukumukua" en Michoacán, es una de las *especies* comestibles más apreciadas; Figura 46. *A. muscaria* var. *flavivolvata*, es un hongo tóxico de los bosques de pino, el ejemplar de la figura esta en estado juvenil; Figura 47. *Hygrophoropsis aurantiaca* es un hongo *saprobionte* lignícola de los bosques de pino y oyamel; Figura 48. *Lactarla amethystina*, *especie* abundante en los bosques estudiados en Michoacán; Figura 49. *Pholiota* sp., hongo *saprobionte* que se desarrolla sobre madera de oyamel; Figura 50. *Hygrophorus chrysodon*, hongo del oyametal conocido como "nixtamalero", es muy apreciado en la región de Texcoco; Figura 51. *Collybia driophyla* se desarrolla en los bosques de pino y oyamel, es una *especie* *saprobionte* de mantillo forestal; Figura 52. *Agaricus silvaticus* es un "champiñon de monte" comestible; Figura 53. *Suillus granulatus* *especie* muy abundante en los bosques de pino en Michoacán; Figura 54 *Lactarlos salmonicolor*, conocido como "enchilado rojo", crece en los bosques de oyamel donde algunas veces es parasitado por *Hypomyces lactifluorum*; Figura 55. El "enchilado blanco" (*L. scrobiculatus*), es un hongo micorrízico muy abundante en el bosque de oyamel; Figura 56. *Lycoperdon perlatum*, crece en el bosque de pino y se consume en estado juvenil.



Mexicana que se localizan en el Eje Neovolcánico. A este respecto Cifuentes et al. (1993) presentan un fenograma de similitud (basado en el análisis de similitud de Sorensen para las principales listas de macromicetos de zonas templadas de México), donde los estados de Hidalgo, Michoacán y Veracruz mostraron una mayor similitud fungística con respecto a la de Guerrero, que pertenece a la Sierra Madre del Sur. Los bosques estudiados en el presente trabajo mostraron una similitud del 17%, al emplear el índice de Jaccard para su comparación.

De las especies presentes: *Amanita caesarea* var. *caesarea*, *A. mascaría* var. *flavivolvata*, *Asterophora parasítica*, *Cantharellus cibarius*, *Chroogomphus rutilus*, *Craterellus cinereus*, *Laccaria amethystina*, *Lactarius chrysorheus*, *L. deliciosus*, *Lentinus lepideus*, *Lycoperdon perlatum*, *Macrolepiota procera*, *Scleroderma geaster* y *Suillus granulatus* fueron las especies características del bosque de *Pinus*. En tanto que *Agaricus silvicola*, *Amanita gemmata*, *A. rubescens*, *Bondarzewia montana*, *Calocera viscosa*, *Clavariadelphus truncatus*, *Crucibulum laeve*, *Fomitopsis pinicola*, *Gastrum saccatum*, *Gomphus floccosus*, *Gyromitra infula*, *Helvella crispa*, *H. lacunosa*, *Hygrophorus chrysodon*, *Lactarius salmonicolor*, *L. scrobiculatus*, *Leucopaxillus amarus*, *Lycoperdon umbrinum*, *Lyophyllum decastes*, *Morchella elata*, *M. esculenta*, *Otidea onotica*, *Pholiota* sp., *Phlogiotis helvelloides*, *Psatirella spadicea*, *Ramaria abietina*, *R. botrytis*, *R. sanguinea*, *R. stricta*, *Sarcodon scabrosus*, *Sarcosphaera eximia*, *Syzygospora tumefaciens* y *Tricholoma flavovirens*, fueron las especies características del bosque de *Abies*. Las especies comunes para ambos tipos de vegetación fueron: *Amanita fulva*, *Clavulina cristata*, *Clitocybe gibba*, *Collybia dryophila*, *Hygrophoropsis aurantiaca*, *Hypomyces lactifluorum*, *Laccaria laccata*, *Ramaria* (lava y *Russula brevipes* (Cuadro 2).

6.3. Hábitat de las especies

Para la población total estudiada se encontró un alto porcentaje de especies terrícolas, siguiendo en orden de importancia las humícolas, lignícolas y las que se desarrollaron sobre mantillo forestal. Dicha tendencia fue más o menos similar en el bosque de *Pinas*, no así en el bosque de *Abies* donde el mayor porcentaje lo compartieron las terrícolas y humícolas. En este último se observó una mayor proporción de especies lignícolas con respecto al bosque de pino.

Evidentemente las condiciones edáficas constituyen un factor importante en la distribución de las especies en ambos bosques, ya que como se verá más adelante, ambas localidades mostraron diferencias significativas en todas las variables edáficas. Además, el tipo de vegetación presente y la Edad de rodal, constituyen factores que pueden afectar la distribución de las especies y su diversidad (Figura 57 y cuadro 2) ..

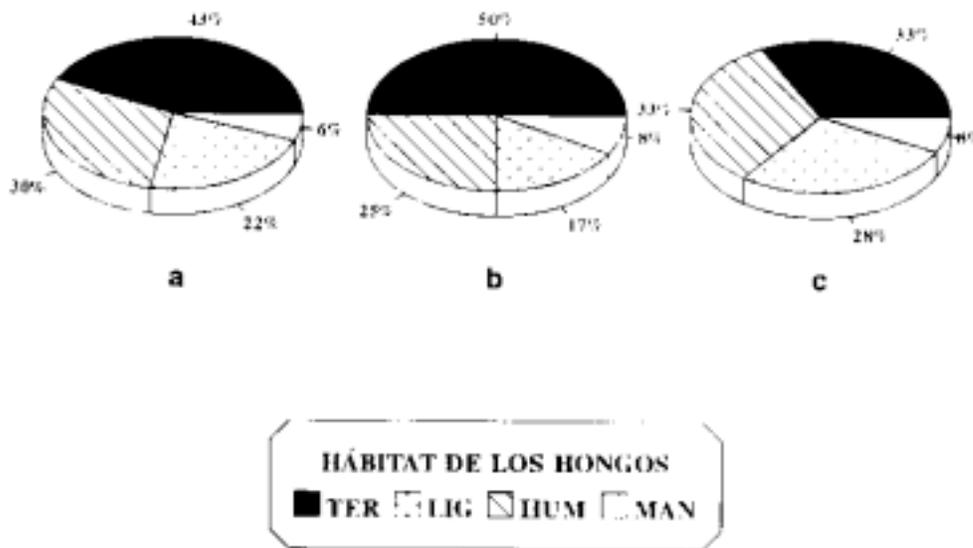


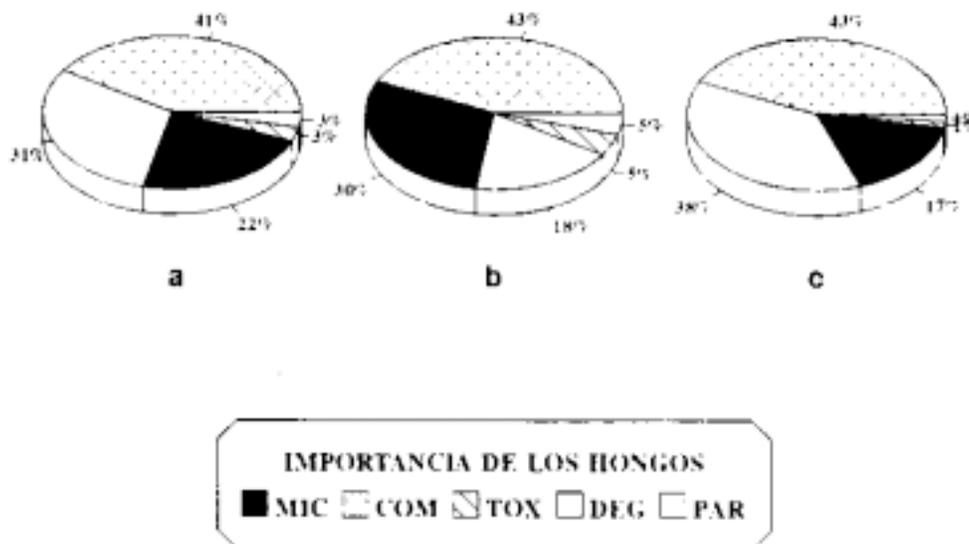
Figura 57. Porcentaje de las especies encontrada en cada tipo de sustrato, por tipo de vegetación. a: total de especies estudiadas; b: bosque de *Pinus*, c: bosque de *Abies*.

6.4. Importancia de los hongos estudiados

Resulta indiscutible la importancia ecológica de los hongos silvestres en los ecosistemas forestales, debido a su papel como agentes degradadores de la materia orgánica, así como por ser simbiontes mutualista o antagonistas de las plantas y animales del bosque. Por otra parte, constituyen un componente económico en las actividades productivas dentro de las comunidades campesinas que habitan las regiones boscosas de México, actividad que han venido desarrollando desde épocas prehispánicas como se ha discutido anteriormente. Sin embargo, el potencial de aprovechamiento de los hongos silvestres como recurso genético tiene amplias perspectivas para la obtención de bienes y servicios para el hombre. Por tal motivo es necesario detectar las especies útiles presentes en los bosques y estudiar su potencial productivo. En este trabajo el 41 % de las especies estudiadas fueron comestibles, el 31 degradadoras y el 22% la constituyeron especies micorrízicas de coníferas (Figura 58a). En el bosque de *Pinus* los principales hongos comestibles del 43% de las especies estudiadas fueron: *Amanita caesarea* var. *caesarea*, *Cantharellus cibarius*, *Hypomyces lactifluorum*, *Lentinus lepideus*, *Ramaria (lava* y *Russula brevipes*, mismas que son objeto de venta en los mercados de Uruapan. De dichas especies *Amanita caesarea* var. *caesarea* y *Cantharellus*

cibarius tienen potencial de comercialización en el mercado internacional, donde son altamente cotizadas (Figura 58b). En el bosque de *Abies* los principales especies comestibles del 43% estudiado, que se comercializan en los mercados de Texcoco y poblados aledaños son: *Hypomyces lactifluorum*, *Helvella infula*, *H. lacunosa*, *Morchella sculenta*, *M. elata*, *Gomphus floccosus*, *Ramaria botrytis*, *R. (lava)*, *Agaricus silvaticus*, *A. si/v/cola*, *Amanita rubescens*, *Psatirella spadicea*, *Hygrophorus chrysodon*, *Pholiota sp.*, *Collybia dryophila*, *Tricholoma flavovirens*, *Lactarius salmonicolor* y *Russula brevipes*. De éstas, las especies del género *Morchella* tienen amplio potencial de exportación, ya que el kilogramo en peso seco se cotiza en 100 dólares americanos o más. En el bosque de *Pinus* el 30% fueron especies micorrízicas y el 18% degradadoras, en tanto que el 5% lo constituyeron aquellas tóxicas y las parásitas de especies comestibles. Tal fue el caso de *Hypomyces lactifluorum*, que curiosamente ataca a *Russula brevipes* y le confiere un mayor valor agregado para su comercialización en la región. *Asterophora parasitica* (Figura 22) es otro hongo que ataca a las especies comestibles *Lactarius deliciosus* y *Russula brevipes*, deteriorando severamente sus carpóforos, por lo que ya no pueden comercializarse. En el bosque de *Abies* el 38% fueron hongos degradadores y el 17% micorrízicas, en tanto que el 1 lo constituyeron las tóxicas y parásitas respectivamente (Figura 58c). Las únicas especies parásitas fueron: *Syzygospora tumefaciens* que ataca principalmente a *Collybia dryophila* (Figura 22), produciéndole tumefacciones en el carpóforos, que impiden su comercialización e *Hypomyces lactifluorum* (Figura 22) que ataca a *Lactarius salmonicolor*. En la Figura 58 y Cuadro 2 se presenta la importancia de las especies útiles estudiadas.

Figura 58. Importancia de los hongos estudiados. a: total de especies registradas; b: especies del bosque de *Pinus*; c: especies del bosque de *Abies*.



Cuadro 2. Distribución, hábitat e importancia de los hongos estudiados.

NOMBRE CIENTÍFICO	VEGETACIÓN		HÁBITAT				IMPORTANCIA				
	Pinus (NSJ)	Abies (SCM)	TER	LIG	HUM	MAN	MIC	COM	TOX	DEG	PAR
<i>Agaricus silvaticus</i>	•	•			•			•			
<i>A. silvicola</i>		•			•			•			
<i>Amanita caesarea</i> var. <i>caesarea</i>	•		•				•	•			
<i>A. fulva</i>	•	•	•				•	•			
<i>A. gemmata</i>		•	•				•		•		
<i>A. muscaria</i> var. <i>flavivolvata</i>	•		•				•		•		
<i>A. rubescens</i>		•	•				•	•			
<i>Asterophora parasitica</i>	•										•
<i>Bondarzewia montana</i>		•		•						•	
<i>Calocera viscosa</i>		•		•						•	
<i>Cantharellus cibarius</i>	•		•				•	•			
<i>Chroogomphus rutilus</i>	•		•				•	•			
<i>Clavariadelphus truncatus</i>		•	•				•	•			
<i>Clavulina cristata</i>	•	•			•			•		•	
<i>Clitocybe gibba</i>	•	•				•		•		•	
<i>Collybia dryophila</i>	•	•				•		•		•	
<i>Craterellus cinereus</i>	•		•				•				
<i>Crucibulum laeve</i>		•		•						•	
<i>Fomitopsis pinicola</i>		•		•						•	
<i>Geastrum saccatum</i>		•			•					•	
<i>Gomphus floccosus</i>		•	•				•	•			
<i>Gyromitra infula</i>		•		•				•		•	
<i>Helvella crispa</i>		•			•			•		•	
<i>H. lacunosa</i>		•			•			•		•	
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>	•	•		•				•		•	
<i>Hygrophorus chrysodon</i>		•	•				•	•			
<i>Hypomyces lactiflorum</i>	•	•						•			•
<i>Laccaria amethystina</i>	•		•				•	•			
<i>L. laccata</i>	•	•	•				•	•			
<i>Lactarius chrysorrheus</i>	•				•		•				
<i>L. deliciosus</i>	•		•				•	•			
<i>L. salmonicolor</i>		•	•				•	•			
<i>L. scrobiculatus</i>		•	•				•	•			
<i>Lentinus lepideus</i>	•			•				•		•	
<i>Leucopaxillus amarus</i>		•			•					•	
<i>L. ycoperdon perlatum</i>	•				•			•		•	
<i>L. umbrinum</i>		•			•			•		•	
<i>Lyophyllum decastes</i>		•	•					•		•	
<i>Macrolepiota procera</i>	•				•			•		•	
<i>Morchella elata</i>		•			•			•		•	
<i>M. esculenta</i>		•			•			•		•	
<i>Otidea onotica</i>		•				•				•	
<i>Pholiota</i> sp.		•		•				•		•	

NOMBRE CIENTÍFICO	VEGETACIÓN		HÁBITAT				IMPORTANCIA				
	Pinus (NSJ)	Abies (SCM)	TER	LIG	HUM	MAN	MIC	COM	TOX	DEG	PAR
<i>Phlogiotis helvelloides</i>		•		•						•	
<i>Psatirella spadicea</i>		•		•				•		•	
<i>Ramaria abietina</i>		•		•						•	
<i>R. botrytis</i>		•			•			•		•	
<i>R. flava</i>	•	•			•			•		•	
<i>R. sanguinea</i>		•			•			•		•	
<i>R. stricta</i>		•		•				•		•	
<i>Russula brevipes</i>	•	•	•				•	•			
<i>Sarcodon scabrosus</i>		•	•				•				
<i>Sarcosphaera eximia</i>		•	•					•		•	
<i>Scleroderma geaster</i>	•		•				•		•		
<i>Suillus granulatus</i>	•		•				•	•			
<i>Syzygospora tumefaciens</i>		•									•
<i>Tricholoma flavovirens</i>		•	•				•	•			

6.5. Características ecológicas de las poblaciones y comunidades de hongos comestibles estudiadas

La riqueza, diversidad, abundancia, fenología reproductiva y distribución estacional de las especies comestibles estudiadas, se estimó en las 5 parcelas rectangulares de 0.1 ha, donde se recolectó el 100 % de los carpóforos de los hongos encontrados en cada visita. El muestreo consistió en incluir tanto carpóforos sanos como deteriorados, esto para tener una idea del porcentaje que se pierde por senescencia en los intervalos entre visitas. Los carpóforos dañados solamente fueron contados, mientras que los sanos se contaron y pesaron en fresco. El criterio para considerar un "carpóforo dañado" se apegó a la norma general internacional recomendada para los hongos comestibles y sus productos (FAO/OMS, 1970) en ella se incluyeron: los carpóforos con menos de 14 del píleo; los "aplastados" cuyas partes pasan por un tamiz de malla de 1 5x1 5 mm (en el caso de los carpóforos frescos), los carpóforos parduzcos y podridos por ataque de microorganismos y los "dañados por larvas" (con más de cuatro agujeros producidos por larvas).

Los valores de abundancia obtenidos de los carpóforos sanos se utilizaron para estimar la "productividad relativa" de las especies. Este concepto lo estamos empleando, debido a las limitaciones metodológicas que se presentan en este tipo de estudios. Entre los principales factores tenemos: el intervalo entre visitas y la imposibilidad de controlar el efecto de la recolección humana o la micofagia de los carpóforos, misma que realizan de forma natural algunos animales del bosque.

A continuación se presentan algunas de las características ecológicas de las poblaciones y comunidades de hongos estudiadas en las parcelas de monitoreo en los bosques de *Pinus* y *Abies* de los estados de Michoacán y México durante 1995

6.5.1. Riqueza y diversidad de especies comestibles

En el rodal del bosque de *Pinus* se observó un bajo número de especies de hongos comestibles con 18 y un bajo índice de diversidad ($H'j$ de 2.2, con respecto al bosque de *Abies*, donde se recolectaron 30 especies (de las cuales 28 fueron comestibles, 1 tóxica-micorrízica y 1 micorrízica) siendo mayor el índice de Shannon-Wiener (3.8). Dichos valores siguen en términos generales las tendencias de la población total observada en las áreas estudiadas fuera de las parcelas. Dichos valores son comparativamente menores a los obtenidos por Villarreal (1994), quien reporta para un bosque de *Pinus* y *Pinus-Abies* de la región del Cofre de Perote en Veracruz, una riqueza/diversidad de 3714.1 y 33/3.6 especies respectivamente, en 5 años de monitoreo con visitas semanales.

En Nuevo San Juan Parangaricutiro, la riqueza de especies comestibles es baja, en comparación con la de otras zonas del estado de Michoacán, tal es el caso de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, donde Mapes *et al.* (1981) registran 42 especies. Por su parte Cifuentes *et al.* (1990) reportaron 59 especies comestibles de la región de Los Azufres. Dichos autores indican que la funga del estado de Michoacán es poco conocida, ya que actualmente se conocen únicamente 386 especies y existen muchas regiones sin explorar. Del total de especies conocidas 118 son comestibles (Villarreal y PérezMoreno, 1989a). Por tal motivo es necesario continuar e intensificar los inventarios y el monitoreo ecológico de los hongos en los bosques de la Comunidad, para conocer la riqueza y diversidad de especies y determinar si está siendo afectada por las prácticas silvícolas que allí se realizan.

Por su parte el estado de México es el más estudiado a la fecha con 547 especies (Chio *et al.*, 1988; Chio *et al.*, 1989; Chio *et al.*, 1990), de las cuales 155 son comestibles (Villarreal y Pérez-Moreno, 1989a). En Santa Catarina del Monte el número de especies comestibles estudiadas en el bosque de *Abies* en este trabajo, sobrepasa a las 22 registradas González (1982) para los diferentes tipos de vegetación de la Comunidad y las 24 reportadas por Moreno-Zárate (1990), para los bosques de *Pinus* y *Abies*. Además, representa el 68% de las 41 reportadas por González-Loera y López Velázquez (1991), para todo el Municipio de Texcoco.

47

6.5.2. Abundancia: número de carpóforos y biomasa

El número total de carpóforos recolectados (sanos y dañados) en las parcelas de monitoreo varió, dependiendo del tipo de vegetación muestreado. En el bosque de *Pinus* se obtuvieron 1421 carpóforos de los cuales el 56% estaba dañado, en tanto que en el bosque de *Abies* se recolectaron 1251 de los cuales solamente el 6% mostró algún tipo de daño. El deterioro observado en los bosques estudiados resulta menor al reportados por Mild (1978) para los bosques de Finlandia, donde se pierde alrededor del 70% de la productividad natural de los hongos comestibles silvestres. Los datos de este trabajo coinciden más o menos con los 9-53 % en deterioro, reportados por Kalamees y Silver (1988) para los bosques de *Pinus* de Estonia. La productividad relativa del número de carpóforos en el bosque *Pinus*, fue mayor con respecto al de *Abies*, a pesar de contar con un menor número de especies. Sin embargo, la tasa de descomposición de los carpóforos fue mayor, probablemente debido a su consistencia y a las condiciones climáticas de la zona, que es más cálida. Entre las especies más productivas en cuanto al número de carpóforos tenemos a: *Laccaria amethystina* con 707 carpóforos (61 % dañados) y *Suillus granulatus* con 418 (57% dañados), ver Cuadro 3.

Cuadro 3. Número de carpóforos sanos y dañados del bosque de *Pinus*.

Especies	Número de carpóforos en 0.5 ha			
	Sanos	Dañados	Total	%
Total	629	792	1421	56
<i>Amanita caesarea</i> <i>var. caesarea</i>	2	5	7	71
<i>A. fulva</i>	8	5	13	38
<i>Cantharellus cibarius</i>	7	3	10	30
<i>Chroogomphus rutilus</i>	11	3	14	21
<i>Clavulina cristata</i>	12	10	22	45
<i>Clitocybe gibba</i>	7	3	10	30
<i>Collybia dryophila</i>	17	19	36	53
<i>Craterellus cinereus</i>	12	0	12	0
<i>Hygrophoropsis</i>	9	21	30	70
<i>Hypomyces lactifluorum</i>	6	1	7	14
<i>Laccaria amethystina</i>	277	430	707	61
<i>L. laccata</i>	46	32	78	41
<i>Lactarius deliciosus</i>	19	18	37	49
<i>Lentinus lepideus</i>	1	0	1	0
<i>Lycoperdon perlatum</i>	3	1	4	25
<i>Ramada (lava)</i>	9	0	9	0
<i>Russula brevipes</i>	3	3	6	50
<i>Suillus granulatus</i>	180	238	418	57

En el bosque de *Abies*, las especies que presentaron un mayor número de carpóforos fueron: *Collybia dryophila* con 207 (115% dañados), *Pholiota sp.* con 201 (7% dañados), *Gomphus floccosus* con 187 (0% de daño), *Lactarius scrobiculatus* 156 (11 % dañados), como se muestra en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Número de carpóforos sanos y dañados del bosque de *Abies*.

Especies	Número de carpóforos en 0.5 ha			
	Sanos	Dañados	Total	% dañados
	1,178	70	1,251	
<i>Agaricus silvaticus</i>	43	3	46	6
<i>A. silvicola</i>	33	0	33	0
<i>Amanita fulva</i>	7	0	7	0
<i>A. gemmata</i>	10	0	10	0
<i>A. rubescens</i>	2	0	2	0
<i>Clavariadelphus truncatus</i>	44	0	44	0
<i>Clavulina cristata</i>	4	0	4	0
<i>Clitocybe gibba</i>	29	0	29	0
<i>Collybia dryophila</i>	175	32	207	15
<i>Gomphus floccosus</i>	187	0	187	0
<i>Gyromitra infula</i>	2	0	2	0
<i>Helvella crispa</i>	1	0	1	0
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>	10	0	10	0
<i>Hygrophorus chrysodon</i>	41	0	41	0
<i>Hypomyces lactifluorum</i>	10	3	13	23
<i>Laccaria laccata</i>	7	0	7	0
<i>Lactarius salmonicolor</i>	34	0	34	0
<i>L. scrobiculatus</i>	139	17	156	11
<i>Lycoperdon umbrinum</i>	18	2	20	10
<i>Morchella esculenta</i>	2	0	2	0
<i>Pholiota sp.</i>	187	14	201	7
<i>Psatirella spadicea</i>	16	0	16	0
<i>Ramaria botrytis</i>	56	0	56	0
<i>R. fia va</i>	8	0	9	0
<i>R. sanguinea</i>	23	0	23	0
<i>R. stricta</i>	3	0	3	0
<i>Russula brevipes</i>	15	1	16	6
<i>Sarcosphaera eximia</i>	5	0	5	0
<i>Sarcodon scabrosus</i>	42	0	42	0
<i>Tricholoma flavovirens</i>	25	0	25	0

La información presentada sobre el porcentaje de deterioro de los carpóforos es de gran importancia para establecer aprovechamientos comerciales en las zonas de estudio y conocer en forma preliminar las pérdidas que se dan por causas naturales.

La abundancia de las especies de hongos es un valor que combina el número y la biomasa de los carpóforos (Fogel, 1981). Por lo tanto, en este trabajo dicho valor fue calculado en base a los carpóforos sanos encontrados en cada localidad estudiada.

En el rodal del bosque de Pinus, la abundancia de carpóforos sanos/riqueza de especies fue de 1258/7,753 g/ha en 19 especies monitoreadas. La especie más productiva en cuanto al número de carpóforos fue *Lactaria amethystina* (Figura 48) con 544 carpóforos/933.8 g/ha⁻¹, en tanto que *Suillus granulatus* (Figura 53) con 360 carpóforos/4,065 g/ha⁻¹ fue la que presentó una mayor productividad en biomasa. Las especies de importancia comercial en la región como *Amanita caesarea* var. *caesarea* (Figura 45), *Hypomyces lactifluorum* (Figura 19), *Lentinus lepideus* (Figura 38) y *Ramaria flava* (Figura 34), presentaron una baja productividad con 41/162.0 g/ha⁻¹, 12/531.8 g/ha⁻¹, 21/190.0 g/ha⁻¹, 18/148.0 g/ha⁻¹, respectivamente.

Para *Cantharellus cibarius* (Figura 35) cuyo potencial de exportación es importante, presentó una baja abundancia con 14/184.0 g/ha⁻¹.

Cuadro 5. Abundancia de carpóforos sanos en las parcelas de 0.1 ha del bosque de Pinus.

Especies	Total de carpóforos en 0.5 ha	Equivalente no./ha	Peso fresco en g	Equivalente g / ha
Total	629	1258	3,876.5	7,753
<i>Amanita caesarea</i> var. <i>caesarea</i>	2	4	81.0	162.0
<i>A. fulva</i>	8	16	151.1	302.2
<i>Cantharellus cibarius</i>	7	14	42.0	84.0
<i>Chroogomphus rutilus</i>	11	22	48.8	97.5
<i>Clavulina cristata</i>	12	24	4.0	8.0
<i>Citocybe gibba</i>	7	14	49.5	99.0
<i>Collybia dryophila</i>	17	34	45.9	91.8
<i>Craterellus cinereus</i>	12	24	8.0	16.0
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>	9	18	47.8	95.6
<i>Hypomyces lactifluorum</i>	6	12	265.9	531.8
<i>Laccaria amethystina</i>	277	554	466.9	933.8
<i>L. laccata</i>	46	92	104.3	208.6
<i>Lactarius deliciosus</i>	19	38	88.3	176.6
<i>Lentinus lepideus</i>	1	2	95.0	190.0
<i>Lycoperdon perlatum</i>	3	6	6.2	12.4
<i>Ramaria flava</i>	9	18	74.0	148.0
<i>Russula brevipes</i>	3	6	265.0	530.0
<i>Suillus granulatus</i>	180	360	2032.8	4,065.6

Por su parte en el rodal del bosque de Abies, la abundancia de carpóforos sanos/riqueza de especies fue de 2,356/63,238 g/ha⁻¹ en 28 especies monitoreadas. La especie más productiva en cuanto al número de carpóforos fue *Gomphus floccosus* (Figura 30) con 374 carpóforos/9,793.4 g/ha⁻¹, en tanto que *Lactarius scrobiculatus* (Figura 55) con 278 carpóforos/27,630.0 g/ha⁻¹ fue la que presentó una mayor productividad en biomasa. Las especies de importancia comercial en la región como mayor productividad fueron: *Pholiota* sp. (Figura 49) con 371/2,723.8 g/ha⁻¹, *Russula brevipes* (Figura 41) con 30/2,896.0 g/ha⁻¹ y *Collybia dryophila* (Figura 51) con 350/1,661.6 g/ha⁻¹ (ver Cuadro 6).

Cuadro 6. Abundancia de carpóforos en las parcelas de 0.1 ha del bosque de Abies

Especies	Total de carpóforos en 0.5 ha	Equivalente no /ha	Peso fresco en g	Equivalente g / ha
Total	1,178	2,356	31,619	63,238
<i>Agaricus silvaticus</i>	43	86	1,033.4	2,066.8
<i>A. silvicola</i>	33	66	1,053.6	2,107.2
<i>Amanita fulva</i>	7	14	114.3	228.6
<i>A. gemmata</i> *	10	20	236.0	472.0
<i>A. rubescens</i>	2	4	170.0	340.0
<i>Clavariadelphus truncatus</i>	44	88	248.3	496.6
<i>Clavulina cristata</i>	4	8	27.0	54.0
<i>Clitocybe gibba</i>	29	58	218.0	436.0
<i>Collybia dryophila</i>	175	350	830.8	1,661.6
<i>Gomphus floccosus</i>	187	374	4,896.7	9,793.4
<i>Gyromitra infula</i>	2	4	53.7	107.4
<i>Helvella crispa</i>	1	2	5.0	10.0
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>	10	20	8.0	16.0
<i>Hygrophorus chrysodon</i>	41	82	189.0	378.0
<i>Hypomyces lactifluorum</i>	10	20	1,019.5	2,039.0
<i>Laccaria laccata</i>	7	14	48.0	96
<i>Lactarius salmonicolor</i>	34	68	1,713.0	3,426.0
<i>L. scrobiculatus</i>	139	278	13,815.7	27,630.0
<i>Lycoperdon umbrinum</i>	18	36	269.4	538.8
<i>Morchella esculenta</i>	2	4	34.1	68.2
<i>Pholiota</i> sp.	187	374	1,361.9	2,723.8
<i>Psatiralla spadicea</i>	16	32	196.0	392.0
<i>R. botrytis</i>	56	112	271.0	542.0
<i>R. flava</i>	8	16	87.0	174.0
<i>R. sanguinea</i>	23	46	238.0	476.0
<i>R. stricta</i>	3	6	16.0	32.0
<i>Russula brevipes</i>	15	30	1,448.0	2,896.0
<i>Sarcodon scabrosus</i> **	42	84	1,598.0	3,196.0
<i>Sarcosphaera eximia</i>	5	10	75.2	150.4
<i>Tricholoma flavovirens</i>	25	50	345.0	690.0

* Hongo tóxico y micorrizico

** Hongo micorrizico no comestible

En el caso de *Morchella esculenta* (Figura 27), que es una especie altamente cotizada en el mercado internacional y cuya producción es canalizada a los mercados de la Ciudad de México para exportación, presentó una baja abundancia (4/68.2 g/ha⁻¹) en las parcelas de monitoreo.

Existen en México pocos estudios sobre la abundancia de los hongos comestibles, por lo que resulta difícil comparar los datos obtenidos en este trabajo. Los pocos trabajos existentes resultan difíciles de comparar ya que emplean diferentes metodologías, por lo que algunos resultados son contrastantes. A este respecto Sánchez-Ramírez (1982) registró una productividad de 660.9 kg/ha⁻¹ de *Russula brevipes* (Figura 41) en una plantación de *Pinus pseudostrobus* en Michoacán cercana al área de estudio, lo cual es muy alto comparado con los 530.0 g/ha⁻¹ obtenidos en este trabajo en un bosque natural. En tanto que en los bosques de Santa Catarina del Monte, los datos de productividad obtenidos por Moreno-Zárte (1990) indican que para el bosque de Abies, la productividad es de 214.1 kg/ha⁻¹ para 21 especies, contrastando con los 63 kg/ha⁻¹ obtenidos en este trabajo para 28 especies. Por su parte

Villarreal (1994) al evaluar durante 5 años la abundancia de 43 especies de hongos comestibles en 2 rodales de coníferas de la región del Cofre de Perote, Ver., encuentra una productividad de 48.235.37 kg/ha en un rodal de *Pinus* y 12.00-9.07 kg/ha en el rodal de *PinusAbies*. Zamora-Martínez-Nieto de Pascual-Pula (1995), presentan datos de abundancia de 76.3-52.4 kg/ha⁻¹ para 29 hongos comestibles en una plantación de árboles de navidad al SW de la Ciudad de México; estos valores de abundancia coinciden más o menos con los aquí obtenidos.

En comparación con los trabajos sobre la abundancia de hongos epígeos que existen en el extranjero, los aquí presentados resultan valores mínimos y medios de algunas de las siguientes investigaciones: Hering (1966), estima la producción de hongos en los bosques de encino de Inglaterra en 3301 kg/ha. Richardson (1970) registra una producción de 265-460 kg/ha en una plantación de *Pinus silvestris*. Bohus y Babas (1973) calculan una producción de 332 kg/ha en los bosques de Hungría. Wästerlund y Ingelög (1981) reportan una producción de 0.1-16.6 kg/ha/año/peso seco, para los bosques de Suecia. En Finlandia, Kirsi y Oinonen (1981) reportan 50.3-133.4 kg/ha. Kalammes y Silver (1988) calculan una productividad de hongos comestibles y en general de 25-540 kg/ha en los bosques de Estonia.

Además de los problemas metodológicos para estimar la abundancia de la funga en México, otro factor importante a considerar es la discontinuidad y heterogeneidad de sus hábitats, explicada por Sarukhán *et al.* (1993) debido a factores históricos, geológicos y bióticos, que dan por resultado una alta *gama diversidad* (diversidad regional), lo que hace a nuestro país *megadiverso*. Sin embargo, las medidas de *alfa diversidad* (*diversidad local*), aplicada a diferentes taxa en ecosistemas diversos son relativamente bajas en comparación a otras comunidades similares a nivel mundial. Este hecho puede aplicarse en el caso de los hongos silvestres ya que sus especies están separadas espacialmente, ocupando microhábitats en un ambiente general y por lo tanto su distribución no es al azar ya que dependen de las condiciones particulares del hábitat que favorecen o limitan su desarrollo (States, 1981).

Esto pudo observarse en los bosques naturales estudiados, ya que las parcelas monitoreadas presentaron diferencias en su productividad en el número y peso de carpóforos. En el rodal del bosque de *Pinus* las parcelas mostraron diferencias en productividad, pero una mayor relación entre el número y peso de los carpóforos. La parcela 5 presentó una mayor productividad en número de carpóforos con 277 y 1,905.5 g/0.1 ha⁻¹, en tanto que la parcela 3 mostró una productividad menor con 39 carpóforos y 291.5 g/0.1 ha⁻¹ (Figura 59 a y b). En tanto que en el rodal del bosque de *Abies* la productividad en número de carpóforos no fue proporcional, ya que varió de 308 carpóforos en la parcela 1 a 149 en la 2, sin embargo, sus valores de producción en peso fueron más o menos similares (7,463 g/0.1 ha) en la parcela 1 y en la 2 de 7,591.7 g/0.1 ha⁻¹, tal y como se muestra en la Figura 59 b y c, Estos resultados pueden indicar que en el bosque existen microhábitats a manera de parches que determinan la distribución de los hongos y su potencial productivo, por lo que en México se esperaría una alta riqueza de especies y una baja productividad de biomasa por unidad de superficie con respecto a otros países con *mayor alfa diversidad* y con ecosistemas más homogéneos.

Finalmente, es conveniente aclarar que los valores de abundancia obtenidos en este trabajo únicamente son válidos para las condiciones climáticas, ecológicas y silvícolas del área de estudio, por lo que extrapolar dichos valores a otras condiciones puede incurrirse en un error de estimación de los valores de producción.

6.5.3. Especies fúngicas dominantes

Son consideradas como especies fúngicas dominantes ("major species"), a los hongos que contribuyeron con el 5% o más del total de la producción en biomasa (número y peso de carpóforos), de acuerdo con Hering (1966).

En el rodal del bosque de *Pinus*, las especies dominantes en número de carpóforos fueron: *Laccaria amethystina* con 554 carpóforos/ha, *Suillus granulatus* con 360 carpóforos/ha y *Laccaria laccata* con 92 carpóforos/ha. Dichas especies constituyeron el 80% de toda la producción en número de carpóforos. Por otra parte las especies con mayor dominancia en peso fueron: *Suillus granulatus* con 4,065.6 g/ha, *Laccaria amethystina* con 933.8 g/ha,

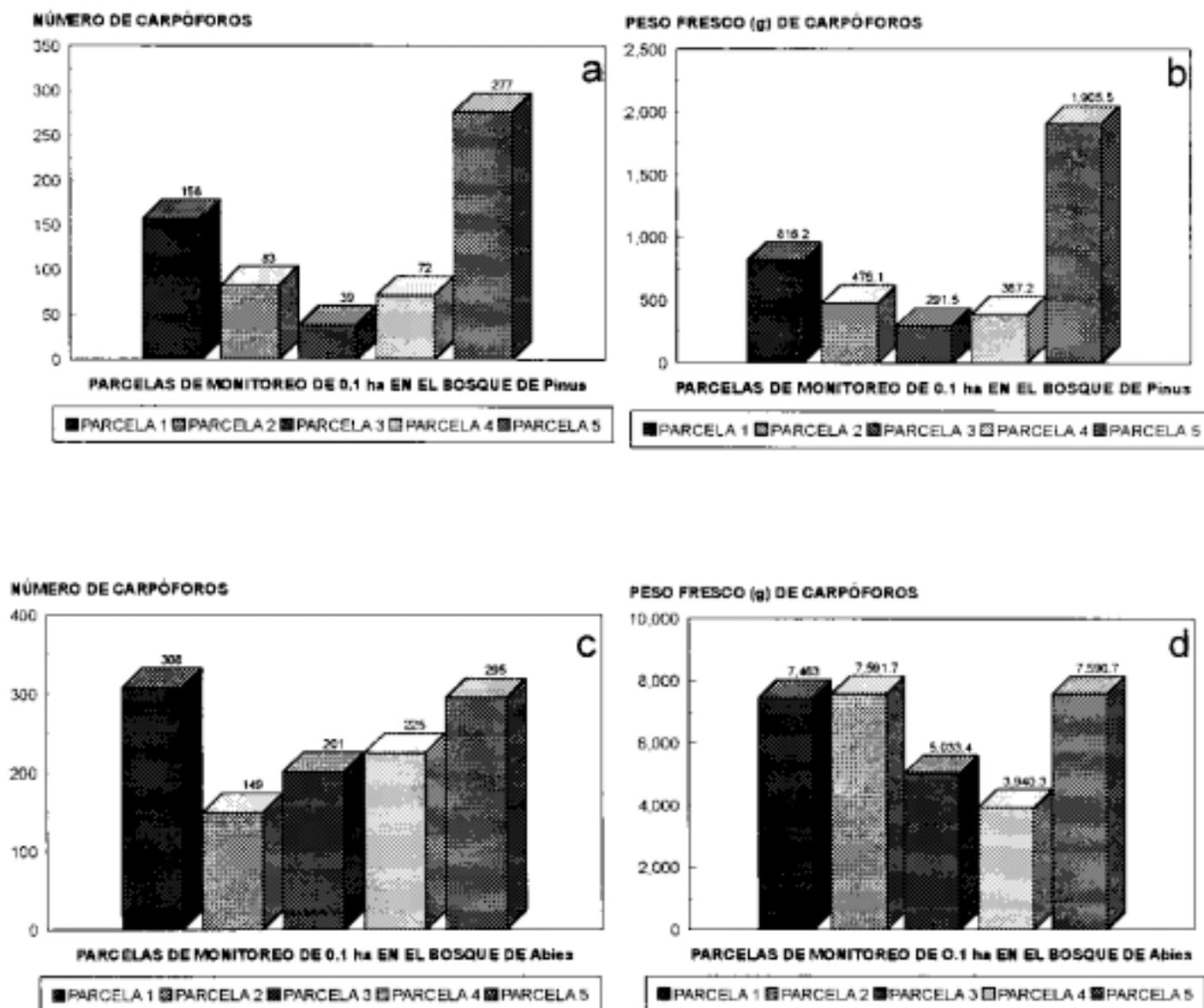


Figura 59. Productividad en número y peso fresco de carpóforos en las parcelas de monitoreo de los rodales de los bosques estudiados. a: productividad en número de carpóforos en el bosque de *Pinus*; b: productividad en peso fresco de carpóforos en el bosque de *Pinus*; c: productividad en número de carpóforos en el bosque de *Abies*; d: productividad en peso fresco de carpóforos en el bosque de *Abies*.

Hypomyces lactifluorum con 531.8 g/ha⁻¹, *Russula brevipes* con 530 g/ha⁻¹. Estas cuatro especies representaron el 78% de toda la productividad en biomasa (Cuadro 7).

Cuadro 7. Especies fúngicas dominantes que contribuyeron en número y peso fresco con el 5% o más de la productividad en el bosque de *Pinus*.

Especies	% del no. de carpóforos	% del de peso fresco
<i>Laccaria amethystina</i>	44	12
<i>Suillus granulatus</i>	29	52
<i>Laccaria laccata</i>	7	-
<i>Hypomyces lactifluorum</i>	-	7
<i>Russula brevipes</i>	-	7
Total:	80	78

Por otra parte en el rodal del bosque de *Abies*, las especies dominantes en número de carpóforos fueron: *Gomphus floccosus* con 374 carpóforos/ha, *Pholiota* sp, con 371 carpóforos/ha, *Collybia dryophila* con 350 carpóforos/ha y *Lactarius scrobiculatus* con 278 carpóforos/ha. Dichas especies representaron el 59% de toda la producción en número de carpóforos. Por otra parte, *Lactarius scrobiculatus* con 27,630.0 g/ha⁻¹, *Gomphus floccosus* con 9,793.4 g/ha⁻¹, *Lactarius salmonicolor* con 3,426.0 g/ha⁻¹ y *Sarcodon scabrosus* con 2896.0 g/ha⁻¹ fueron los hongos con mayor dominancia en peso. Estas cuatro especies constituyeron el 69% de toda la productividad en peso (Cuadro 8).

Cuadro 8. Especies fúngicas dominantes que contribuyeron en número y peso fresco con el 5% o más de la productividad en el bosque de *Abies*.

Especies	% del no. de carpóforos	% del peso fresco
<i>Gomphus floccosus</i>	15	15
<i>Pholiota</i> sp.	16	-
<i>Collybia dryophila</i>	15	-
<i>Lactarius scrobiculatus</i>	12	44
<i>L. salmonicolor</i>	-	5
<i>Sarcodon scabrosus</i>	5	-
Total:	59	69

6.5.4. Fenología reproductiva

Entre los eventos más significativos en el ciclo de vida de los hongos silvestres se encuentra la formación de sus estructuras reproductoras sexuales, mediante la iniciación, desarrollo, esporulación y senescencia de sus carpóforos y su relación con los factores climáticos. La aparición y desaparición cíclica de los carpóforos de los macrohongos con micelio perene, constituye un aspecto importante en el estudio de sus poblaciones silvestres; a este fenómeno se le conoce como fenología reproductiva.

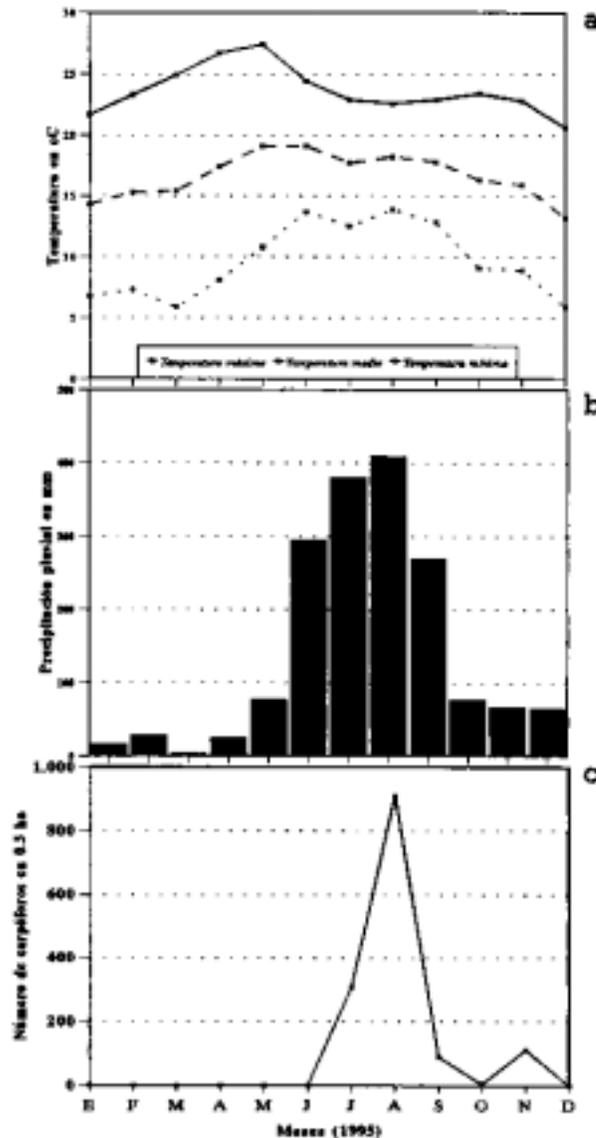
El conocimiento sobre la relación entre los factores climáticos y la productividad de los carpóforos de los hongos silvestres es considerada por algunos autores como intuitivo de los recolectores de hongos (Fogel, 1981). En México esto ha sido plenamente demostrado en algunas etnias naguas (González, 1982), sin embargo, es necesario su análisis en base a los registros climáticos, la productividad de los hongos y su estacionalidad.

En las Figuras 60 y 61 se presentan la curva de acumulación de la producción en número de carpóforos y algunos factores climáticos de las áreas estudiadas. Para la estación de monitoreo de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán se obtuvieron datos de la precipitación pluvial y las temperaturas máxima, mínima y media, en tanto que para la estación de Santa Catarina del Monte, Edo. de México, únicamente se obtuvo la precipitación pluvial.

En el bosque de *Pinus* se observa una influencia marcada de la precipitación pluvial en la producción de los carpóforos, iniciándose la fructificación con las lluvias de junio. Posteriormente se aprecia un incremento de la productividad durante julio hasta alcanzar el pico de producción en agosto, que fue el mes más lluvioso, produciéndose un decremento drástico de la misma en septiembre y octubre, para recuperarse ligeramente durante el mes de noviembre y finalizar en diciembre. Por otra parte, la influencia de las temperaturas fue menos evidente en la productividad de los hongos, sin embargo, puede observarse que el inicio de la fructificación está precedido de un incremento de las temperaturas durante el mes de mayo, después del cual sobreviene una disminución gradual de la temperatura máxima durante junio, julio y agosto, en tanto que la temperatura mínima se incrementa ligeramente en el mes de junio, incrementándose ligeramente durante julio, volviendo a aumentar en el mes de agosto que presentó la mayor productividad de los hongos. Durante el mes de septiembre se observó un aumento en la temperatura máxima, y una reducción de la temperatura mínima, además de un decremento en la precipitación pluvial, condiciones que se acentuaron en octubre y que coinciden con el decremento de la productividad anual de los hongos en la región.

Estas observaciones coinciden con las de Wilkins y Harris ⁽¹⁹⁴⁶⁾, en el sentido de que una alta temperatura máxima y una baja temperatura mínima, inhiben la producción de carpóforos en los hongos. Además, las tendencias observadas en este trabajo coinciden en términos generales con las que reporta Villarreal (1994) en los bosques de coníferas de la región del Cofre de Perote, Veracruz, sobre todo en relación a la influencia de las temperaturas sobre la productividad de los hongos.

Figura 60. Número de carpóforos (sanos y dañados) en relación con la temperatura y la precipitación pluvial en el rodal del bosque de *Pinus* durante 1995. a: temperatura máxima, mínima y media en °C; b: precipitación pluvial en mm; c: producción mensual en número de carpóforos.



En el bosque de *Abies* se observaron tendencias similares en la productividad de los hongos en relación a lo ocurrido en el bosque de *Pinus*. La fructificación se inicia con las lluvias de junio y posteriormente continua incrementándose durante julio, alcanzando el pico de producción durante el mes de agosto que fue el más lluvioso, posteriormente durante septiembre, se observó una drástica reducción de la precipitación pluvial, lo cual coincide con el decremento de la producción de los hongos de septiembre a diciembre. Moreno-Zárate (1990) reporta tendencias similares para los bosques de *Abies* de la Comunidad estudiada, observando que el pico de producción se presentó durante el mes de agosto.

Las tendencias observadas en la productividad de los hongos en las localidades estudiadas en este trabajo no deben considerarse como definitivas, ya que la evaluación se desarrolló durante un año. Sin embargo, se esperarían fluctuaciones en un tiempo de estudio más prolongado, tal y como fue documentado por Villarreal (1994), que indica que durante 5 años los picos de producción

pueden variar de un año a otro en una misma localidad, en función de los cambios climáticos anuales.

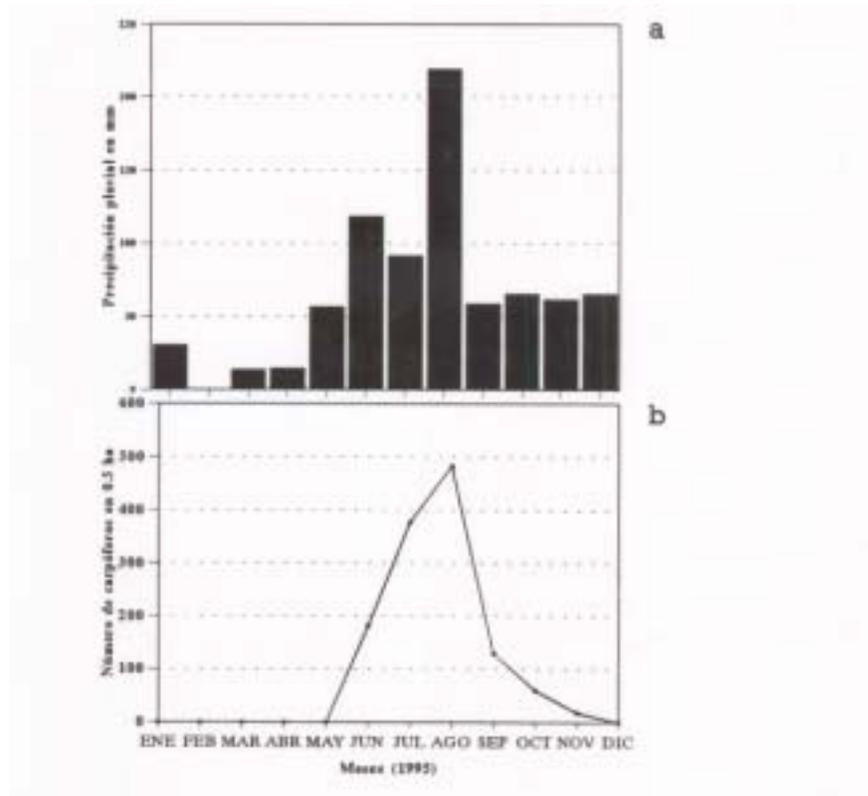


Figura 61. Número de carpóforos (sanos y dañados) en relación con la precipitación pluvial en el rodal del bosque *de Abies* durante 1995. a: precipitación pluvial en mm; b: producción mensual en número de carpóforos.

6.5.5. Distribución estacional y ritmos de fructificación de las especies

Se caracterizaron los ritmos de fructificación estacional que presentaron las especies de hongos en los rodales de los bosques estudiados, en base al tiempo de aparición y a la duración de la fructificación anual. Se empleó el sistema de clasificación de Villarreal (1994), mismo que se presenta a continuación: 1) especies de fructificación temprana-corta; 2) especies de fructificación temprana-prolongada; 3) especies de fructificación corta a mediados de la estación; 4) especies de fructificación tardía prolongada; 5) especies de fructificación tardía-corta.

En el rodal del bosque de *Pinos*, el 22% de las especies presentaron una fructificación temprana corta, mientras que el 38% fructificaron en forma temprana-prolongada, el 22% fueron de fructificación corta a mediados de la estación, el 6% tuvieron una fructificación tardía-prolongada y el 11% presentaron una fructificación tardía corta (Cuadro 9).

Cuadro 9. Ritmos de fructificación estacional de los hongos en el bosque

Especies	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	RFE
<i>Amanita caesarea</i> var. <i>caesarea</i>	●	-	-	-	-	-	1
<i>A. fulva</i>	●	●	-	-	●	-	2
<i>Cantharellus cibarius</i>	-	●	●	-	-	-	3
<i>Chroogomphus nutilus</i>	●	●	-	-	●	-	2
<i>Clavulina cristata</i>	-	●	●	-	-	-	3
<i>Clitocybe gibba</i>	●	●	●	-	-	-	2
<i>Collybia dryophila</i>	●	●	-	-	●	-	2
<i>Craterellus cinereus</i>	-	●	-	-	-	-	3
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>	●	-	-	-	-	-	1
<i>Hypomyces lactifluorum</i>	-	-	●	-	-	-	5
<i>Laccaria amethystina</i>	-	●	●	-	-	-	3
<i>L. laccata</i>	●	●	●	-	-	-	2
<i>Lactarius deliciosus</i>	●	-	●	-	●	-	2
<i>Lentinus lepideus</i>	●	-	-	-	-	-	1
<i>Lycoperdon perlatum</i>	-	-	●	-	-	-	5
<i>Ramaria flava</i>	-	●	-	-	●	-	4
<i>Russula brevipes</i>	●	-	-	-	-	-	1
<i>Suillus granulatus</i>	●	●	●	●	●	-	2

Simbología. (●) presencia de carpóforos, (-) ausencia de carpóforos

RFE Ritmos de fructificación estacional por especie: 1) Especies de fructificación temprana-corta; 2) Especies de fructificación temprana-prolongada; 3) Especies de fructificación corta a mediados de la estación; 4) Especies de fructificación tardía-prolongada; 5) Especies de fructificación tardía-corta.

En el rodal del bosque de *Abies*, el 3% de las especies presentaron una fructificación temprana corta, mientras que las especies de fructificación temprana prolongada estuvieron representadas por el 20%, las de fructificación corta a mediados de la estación constituyeron el 33%, las de fructificación tardía prolongada el 20% y el 23% presentaron una fructificación tardía corta (Cuadro 10).

Cuadro 10. Ritmos de fructificación estacional de los hongos en el bosque de *Abies*.

Especies	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	RFE
-	•	•	-	-	•	-	-	4
-	•	•	•	•	•	•	-	4
-	-	-	-	•	•	-	-	5
-	•	•	-	-	-	-	-	3
-	-	•	•	-	-	-	-	3
-	-	•	•	•	-	-	-	5
-	-	•	•	•	-	-	-	3
-	•	•	•	•	•	-	-	4
•	•	•	•	-	-	•	-	2
•	•	•	•	•	•	•	-	2
-	-	-	-	-	-	•	-	5
-	•	•	•	-	-	-	-	3
-	•	•	•	•	-	-	-	2
-	-	•	•	•	-	-	-	5
-	-	•	•	•	-	-	-	4
-	•	•	•	•	-	-	-	3
-	•	•	•	•	-	-	-	2
-	•	•	•	•	•	-	-	2
-	•	•	•	•	•	-	-	2
-	-	-	-	-	•	-	-	5
•	•	-	-	-	-	-	-	1
-	-	•	•	-	-	-	-	3
-	-	•	•	-	-	-	-	3
-	-	•	•	-	-	-	-	3
-	•	•	-	-	-	-	-	3
-	-	•	•	•	-	-	-	3
-	-	-	•	•	-	-	-	5
-	-	-	•	•	-	-	-	5
-	-	•	•	-	•	-	-	4
-	•	•	•	•	-	-	-	4

Agaricus silvaticus

A. silvicola Amanita fulva A. gemmata A. rubescens Clavariadelphus truncatus Clavulina cristata Clitocybe gibba Collybia dryophila Gomphus floccosus Gyromitra infula Helvella crispa Hygrophoropsis aurantiaca Hygrophorus chrysodon Hypomyces lactifluorum Laccaria laccata Lactarius salmonicolor L. scrobiculatus Lycoperdon umbrinum Morchella esculenta Pholiota sp. Psatirella spadicea R. botrytis R. flava R. sanguinea R. stricta Russula brevipes Sarcodon scabrosus Sarcosphaera eximia Tricholoma flavovirens

Simbología: (•) presencia de carpóforos; (-) ausencia de carpóforos.

RFE: Ritmos de fructificación estacional por especie: 1) Especies de fructificación temprana-corta; 2) Especies de fructificación temprana-prolongada; 3) Especies de fructificación corta a mediados de la estación; 4) Especies de fructificación tardía prolongada; 5) Especies de fructificación tardía corta.

6.5.6. Parcelas experimentales de monitoreo

La evaluación de las 10 parcelas de 100 m² ubicadas al azar en cada bosque, y con diferente intensidad de recolección, permitió captar la información base sobre la productividad en número de carpóforos, la frecuencia y distribución de los hongos comestibles silvestres en los rodales de los bosques estudiados y determinar a largo plazo el posible impacto de la intensidad de recolección. A continuación se presentan los resultados obtenidos.

En el rodal del bosque de *Pinus* se evaluó la productividad en base al número de carpóforos de 8 especies de hongos comestibles, obteniéndose un total de 115 carpóforos en 0.1 ha. *Laccaria laccata* con 36 carpóforos y *L. amethystina* con 22 fueron las especies que mostraron una mayor productividad y frecuencia de aparición en las parcelas con el 70% cada una de ellas. En tanto que *Amanita fulva* y *Cantharellus cibarius* e *Hypomyces lactifluorum*, presentaron una menor frecuencia de aparición con el 1 % y una menor productividad con un carpóforo cada una de ellas (Cuadro 11).

Cuadro 11. Número de carpóforos de los hongos comestibles presentes en las parcelas experimentales de 100 m² del bosque de *Pinos*.

Especies	Parcelas experimentales de 100 m ²										Total de carpóforos en 0.1 ha	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
<i>A. fulva</i>	●											1
<i>Cantharellus cibarius</i>											■	1
<i>Collybia dryophila</i>						●						1
<i>Hypomyces lactifluorum</i>		●										1
<i>Laccaria amethystina</i>	●	●	●	●	●	●			●			22
<i>L. laccata</i>			●	●	●	●		●	●	■		36
<i>Lactarius deliciosus</i>		●	●		●	●		●	●	●		6
<i>Suillus granulatus</i>				●	●	●			●	●		9
Total												115

● = % de recolección en las parcelas 1 = 100%; 2 = 100%; 3 = 70%; 4 = 70%; 5 = 50%; 6 = 50%; 7 = 25%; 8 = 25%; 9 = testigo (sin recolección); 10 = testigo (sin recolección)
 Símbolos: (●) presencia de carpóforos () ausencia de carpóforos

Por otra parte, la productividad de las parcelas experimentales fue variable, siendo la parcela testigo (no. 10) y la no. 6 (con recolección del 50%) donde se observó un mayor número de carpóforos con 20 y 21 respectivamente, mientras que en la parcela 7 y 8 con un 25% mostraron la menor productividad, ya que en la primera no se observaron carpóforos y en la segunda solamente se recolectaron 2 (Figura 62).

En lo que respecta al rodal del bosque de *Abies* se estudiaron 16 especies de hongos comestibles silvestres, evaluándose la productividad en base al número de carpóforos y obteniéndose un total de 105 en 0.1 ha. Las especies que mostraron una mayor productividad fueron *Laccaria laccata* con 26 carpóforos, *Clavariadelphus truncatus* con 13 y *Clitocybe gibba* con 12. *Agaricus silvaticus* y *Ramaria botrytis* presentaron una mayor frecuencia de aparición con un 30%. *Helvella crispa*, *H. lacunosa*, *Morchella elata*, *Ramaria flava* y *Russula brevipes* fueron las menos productivas con un carpóforo cada una de ellas, además de presentar una baja frecuencia de aparición en las parcelas experimentales con el 1 % (Cuadro 12).

Cuadro 12. Número de carpóforos de los hongos comestibles presentes en las parcelas experimentales de 100 m² del bosque de *Abies*.

Especies	Parcelas experimentales de 100 m ²										Total de carpóforos en 0.1 ha	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
<i>Agaricus silvaticus</i>			●	●		●						3
<i>A. rubescens</i>			●					●				3
<i>Clavariadelphus truncatus</i>								●		●		10
<i>Citricolpa gibba</i>						●		●				12
<i>Gomphus floccosus</i>				●			●					10
<i>Helvella crispa</i>						●						1
<i>H. lacunosa</i>						●						1
<i>Hygrophorus chrysodon</i>		●					●					2
<i>Laccaria laccata</i>		●								●		26
<i>L. scrobiculatus</i>							●		●			8
<i>Lycoperdon umbrinum</i>	●											4
<i>Morchella elata</i>							●					1
<i>R. botrytis</i>			●		●		●					11
<i>R. flava</i>							●					1
<i>Russula brevipes</i>							●					1
<i>Tricholoma flavovirens</i>			●				●					8
Total												105

* -- de recolección en las parcelas: 1 = 100%; 2 = 100%; 3 = 75%; 4 = 75%; 5 = 50%; 6 = 50%; 7 = 25%; 8 = 25%.
 9 = testigo (sin recolectar); 10 = testigo (sin recolectar).
 Simbología: (●) presencia de carpóforos; (-) ausencia de carpóforos.

En relación a la productividad de las parcelas experimentales, ésta también varió como en el bosque de *Pinus*. La parcela testigo mostró una mayor productividad con 31 carpóforos, sin embargo solamente se localizaron dos especies con una alta productividad; seguida por la parcela 7 que mostró una alta riqueza de especies con 8. Por su parte la parcela 2 mostró una menor productividad con 2 carpóforos (Figura 62).

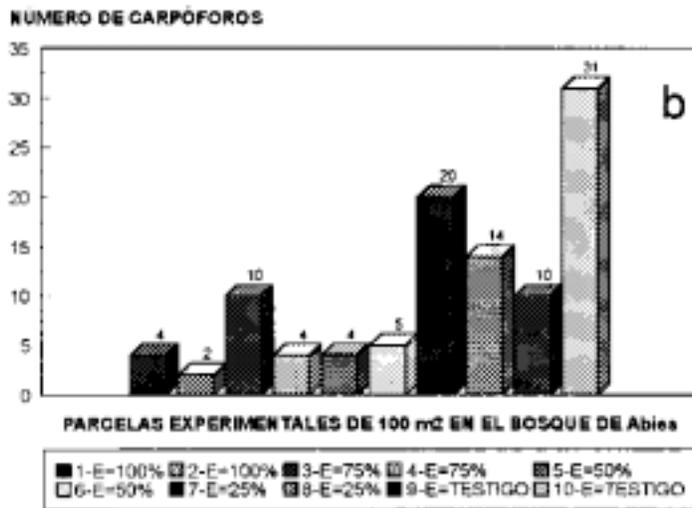
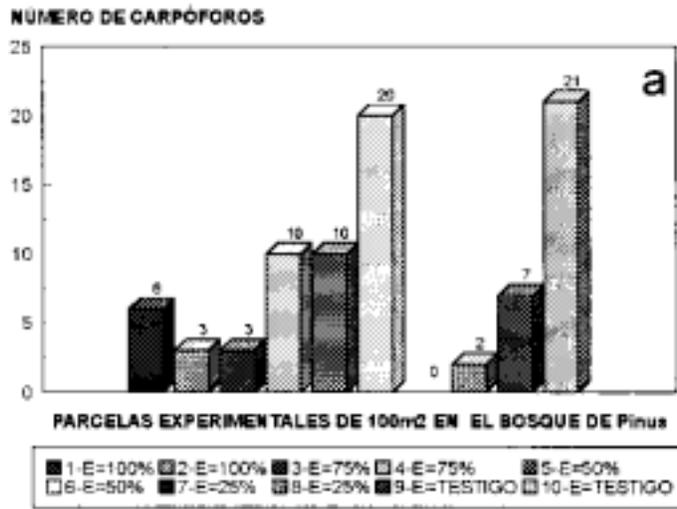


Figura 62. Productividad de las parcelas experimentales de 100m², en base al número de carpóforos de los hongos comestibles estudiados. a: rodal del bosque de *Pinus*; rodal del bosque de *Abies*.

Los resultados obtenidos coinciden en términos generales con las tendencias observadas en las parcelas de monitoreo de 0.1 ha, ya que la productividad en número de carpóforos fue mayor en el rodal del bosque de *Pinus con* respecto al de *Abies*, a pesar de presentar una menor riqueza de especies, lo que indica la presencia de hongos con una alta capacidad de fructificación. Por otra parte, es interesante notar que la distribución de los hongos no es homogénea en el bosque y cada especie parece requerir de microhábitats particulares para fructificar adecuadamente. A este respecto Delmas (1987b) considera que cada especie está adaptada morfológicamente a las condiciones específicas del medio para fructificar, siendo importante la morfología del carpóforo y los perfiles micoecológicos que incluyen las condiciones de presencia o ausencia de arbolado, vegetación herbácea y arbustiva, las condiciones del mantillo forestal y las características edáficas del terreno y el grado de disturbio del mismo.

En este trabajo pudo notarse la diversidad de microhábitats en los bosques estudiados y la preferencia de las especies a estas condiciones. Por ejemplo: *Russula brevipes* se desarrolló en espacios abiertos con escasa vegetación herbácea y arbustiva, mientras que *Morchella spp.* requiere de espacios con mayor cobertura arbórea, umbrosos y húmedos, al igual que *Cantharellus cibarius*, *Amanita caesarea*, *Gomphus floccosus* y *Suillus granulatus*. Por su parte las especies de *Helvella* se observaron creciendo en condiciones de cobertura arbórea menor, pero al abrigo de vegetación arbustiva. *Laccaria spp.* pueden crecer en terrenos abiertos con presencia de vegetación herbácea, pero nunca arbustiva.

Lo discutido anteriormente tiene importantes implicaciones en los aprovechamientos comerciales intensivos que pudieran desarrollarse en un futuro en las áreas estudiadas, ya que las especies de alto valor comercial mostraron una baja frecuencia y productividad, por lo que se requieren de grandes extensiones de bosque para obtener altos volúmenes de carpóforos.

Finalmente, sobre el impacto de la recolección en las parcelas experimentales, es conveniente mencionar que de las tendencias observadas en este primer año no pueden derivarse conclusiones, ya que este tipo de investigaciones requieren de largos períodos de evaluación. Un ejemplo de ello es el trabajo de Norvell (1995), mismo que constituye el primer estudio a largo plazo para evaluar el efecto de la recolección en una especie de alto valor comercial, en la Costa Oeste de los Estados Unidos. En este trabajo al estudiar durante 10 años la productividad de *Cantharellus cibarius* en cuadrantes experimentales, no encuentra diferencias estadísticas significativas que pudieran indicar algún efecto positivo o negativo entre las parcelas recolectadas y las testigo, así como del método de recolección aplicado.

6.5.7. Transectos para estimar diversidad de hongos útiles

En el rodal del bosque de *Pinus* se efectuaron 2 transectos, el primero de ellos el 20 de agosto y el segundo el 20 de octubre, sin embargo, en este último no se encontraron fructificaciones de los hongos en el bosque, ya que se dió una reducción drástica de la productividad fúngica debido probablemente a la condiciones climatológicas (Figura 60). Por tal motivo se procedió a repetir dicho transecto en noviembre 29.

Las únicas especies presentes durante el primer transecto fueron: *Suillus granulatus* con una abundancia de 41 carpóforos y una biomasa en peso seco de 32.17 g, recolectándose en 12 de las parcelas circulares. *Laccaria amethystina* que presentó una abundancia de 47 carpóforos y una biomasa en peso seco de 6.7 g, recolectándose en 12 de las parcelas circulares y finalmente *Ramaria (lava)* con un carpóforo, cuya biomasa en peso seco fue de 0.6 g y recolectada en una parcela circular. El índice de diversidad calculado (H') fue de 0.7.

En el segundo transecto de noviembre 29, las únicas especies recolectadas fueron: *Suillus granulatus* con una abundancia de 4 carpóforos, una biomasa en peso seco de 1.7 g y una frecuencia de aparición del 3%. Por su parte *Cantharellus cibarius* mostró una frecuencia del 2%, una biomasa de 1.1 g y 6 carpóforos. Finalmente de *Lactarius deliciosus* únicamente se recolectó un carpóforo de 0.6 g, en una de las parcelas circulares. El índice de diversidad calculado (H') fue de 1.4 (Cuadro 13).

Cuadro 13. Especies presentes en los transectos del bosque de *Pinus*.

Especies	Biomasa (peso seco/g)	No. de carpóforos	% en parcelas circulares
Primer transecto: agosto 20, 1995 / (H') = 0.7			
<i>Laccaria amethystina</i>	6.7	47	13
<i>Suillus granulatus</i>	32.17	41	12
<i>Ramaria flava</i>	0.6	1	1
Segundo transecto: noviembre 29, 1995 / (H') = 1.4			
<i>Suillus granulatus</i>	1.7	4	3
<i>Cantharellus cibarius</i>	1.1	6	2
<i>Lactarius deliciosus</i>	0.6	1	1

En el rodal del bosque de *Abies* se efectuaron 2 transectos, el 25 de julio y el 29 de septiembre. Las únicas especies presentes durante el primer transecto fueron: *Ramaria sanguinea* con una biomasa en peso seco de 0.9 g y 4 carpóforos, presente en el 2% de las parcelas circulares; *Lactarius scrobiculatus* con una biomasa en peso seco de 0.4 g y 1 carpóforo; *Collybiadryophila* con una biomasa de 0.6 g y 8 carpóforos y finalmente *Psatirella spadicea* que presentó una abundancia de tres carpóforos y una biomasa en peso seco de 1.8 g, todas estas especies se recolectaron en una parcela circular. El índice de diversidad calculado (H') fue de 1.7.

En el segundo transecto de septiembre 29, las únicas especies recolectadas fueron: *Ramaria botrytis* con una biomasa de 1.5 g y 3 carpóforos, *Helvella crispa* con una biomasa en peso seco de 0.9 g y 2 carpóforos, ambas especies presentes en el 2% de las parcelas circulares. Además *Lactarius scrobiculatus* presentó una biomasa en peso seco de 4.1 g, *Clitocybe gibba* e *Hygrophorus chrysodon* con 0.4 g de biomasa y un carpóforo cada una de ellas. El índice de diversidad calculado (H') fue de 1.5 (Cuadro 14).

Cuadro 14. Especies presentes en los transectos del bosque de *Abies*.

Especies	Biomasa (peso seco/g)	No. de carpóforos	% en parcelas circulares
Primer transecto: julio 25, 1995 / (H') = 1.7			
<i>Collybia dryophila</i>	0.6	8	1
<i>Psatirella spadicea</i>	1.8	3	1
<i>Lactarius scrobiculatus</i>	0.4	1	1
<i>Ramaria sanguinea</i>	0.9	4	2
Segundo transecto: septiembre 29, 1995 / (H') = 1.5			
<i>Clitocybe gibba</i>	0.4	1	1
<i>Ramaria botrytis</i>	1.5	3	2
<i>Hygrophorus chrysodon</i>	0.4	1	1
<i>Lactarius scrobiculatus</i>	4.1	1	1
<i>Helvella crispa</i>	0.9	1	2

En la literatura mundial existen pocos reportes sobre el uso de índices de diversidad y el empleo de transectos aplicado a hongos silvestres. De los trabajos que combinan ambos aspectos tenemos el de O ' Dell y Ammirati (1993), que reportan una variación en el índice de Diversidad de ShannonWiener (H') de 1.1 a 3.21 en los bosques de viejo crecimiento de *Pseudotsuga -Tsuga* en la Costa Oeste de los E.U.A. En este trabajo registran 130 hongos ectomicorrízicos recolectados en un área de 6400 mz en 17 rodales. Dichos autores registran a *Cantharellus cibarius*, *C. tubaeformis*, *Lactarius pseudomucidus*, *L. rubrilactis* y *Russula pelargonia* como las especies más frecuentes y por tanto las consideradas como dominantes. Comparando la riqueza y diversidad observada en los bosques estudiados en el presente trabajo, resulta baja y las especies registradas pueden considerarse únicamente como las dominantes de la época del año evaluada.

6.6. Características edáficas de los bosques estudiados y su relación con la productividad de los hongos

Por
Armando Gómez Guerrero
Programa Forestal
Instituto de Recursos Naturales
Colegio de Postgraduados

Los suelos de las dos localidades estudiadas mostraron diferencias significativas en todas las variables edafológicas, excepto en el pH (Cuadro 15). Estas diferencias eran razonablemente esperadas por tratarse de dos ecosistemas forestales distintos (bosque de *Abies* y bosque de *Pinus*). Sin embargo, la explicación de los contrastes observados en ambos sitios es principalmente atribuida a una diferencia importante en el contenido de materia orgánica (MO). Se ha observado que una diferencia en MO tan pequeña como el 2% en suelos bajo diferente vegetación, puede ocasionar cambios considerables en las propiedades físicas del suelo (Gómez *et al.*, 1995). En la localidad de Nuevo San Juan el contenido de MO es de 3.96%, mientras que para la localidad de Santa Catarina fue de 13.27%.

Cuadro 15. Comparación de variables edafológicas entre las localidades de Nuevo San Juan, Michoacán y Santa Catarina del Monte, Estado de México.

Variable	Localidad				P > t
	Santa Catarina		Nuevo San Juan		
	x	s	x	s	
pH	6.05	0.32	5.79	0.18	0.1720
Materia Orgánica (%)	13.27	2.75	3.96	0.91	0.0010
Densidad Aparente (Método de laboratorio) (Mg m ⁻³)	0.82	0.07	1.22	0.07	0.0010
Densidad Aparente (Muestra inalterada) (Mg m ⁻³)	0.29	0.10	0.76	0.07	0.0001
Humedad a Capacidad de Campo (% peso/peso)	65.7	11.70	19.80	0.95	0.0010
Humedad a punto de marchitamiento (% peso/peso)	36.67	9.70	11.55	2.01	0.0040
Arena (%)	34.7	2.57	66.50	4.10	0.0001
Limo (%)	42.74	3.40	23.24	2.05	0.0001
Arcilla (%)	22.54	3.11	8.84	1.19	0.0001
Resistencia mecánica (KPa)	352.59	78.59	483.70	56.60	0.0018
Cationes intercambiables (meq/100 g)					
Ca	15.37	-	2.68	-	-
Mg	4.57	-	2.18	-	-
Na	0.13	-	0.09	-	-
K	0.64	-	0.15	-	-
Capacidad de intercambio catiónico (meq/100 g)	37.5	-	11.60	-	-
Saturación de bases (%)	55.00	-	44.00	-	-

El efecto de la materia orgánica sobre las propiedades físicas del suelo es muy conocido y ha sido estudiado ampliamente por Soane (1990). En el caso particular de este trabajo, las variables: densidad aparente, estimada en el laboratorio por el método de la probeta (DA1) y en el campo, a partir de una muestra inalterada (DA2), y la resistencia a la penetración del suelo (RP), fueron los principales parámetros edáficos a asociar con la producción de carpóforos, disminuyeron con el incremento de materia orgánica (Cuadro 16). Los coeficientes de correlación de estas características con respecto a MO fueron de -0.96, -0.97 y -0.65, respectivamente. Esta estrecha relación se debe a que, por una parte, el material orgánico de las primeras capas del perfil

de un suelo forestal presenta densidades aparentes entre 0.1 y 0.2 Mg m³

(Sutton, 1991; Kabzems y Klinka, 1987), que son menores a las encontradas en suelo mineral. Por otra parte, el material orgánico opone menor resistencia a la penetración, lo que explica parcialmente porqué, en el perfil de un suelo forestal, el mayor número de raíces y de hongos micorrízicos se presenta generalmente en el horizonte mineral más rico en materia orgánica (Pritchett, 1991; Amaranthus *et al.* 1989).

Cuadro 16. Matriz de correlación entre variables edafológicas y la producción de hongos en número (PN) y peso fresco de carpóforos (PP).

	pH	MO	DA1	CC	PMP	ARE	LIM	ARC	RP	DA2	PP	PN
pH	1											
MO	0.47	1										
DA1	-0.41	-0.96	1									
CC	0.56	0.95	-0.94	1								
PMP	0.47	0.97	-0.95	0.94	1							
ARE	-0.43	-0.87	0.92	-0.93	-0.85	1						
LIM	0.45	0.94	-0.95	0.96	0.92	-0.97	1					
ARC	0.42	0.79	-0.87	0.82	0.74	-0.95	0.89	1				
RP	0.14	-0.65	0.76	-0.63	-0.59	0.72	-0.72	-0.71	1			
DA2	-0.48	-0.97	0.96	-0.94	-0.93	0.92	-0.96	-0.87	0.65	1		
PP	0.50	0.52	-0.40	0.44	0.48	-0.32	0.34	0.39	-0.17	-0.48	1	0.64
PN	0.58	0.82	-0.84	0.82	0.85	-0.80	0.77	0.79	-0.45	-0.79	0.64	1

También es importante señalar que la textura de los suelos estudiados es otra característica que contribuye a explicar las diferencias observadas en el Cuadro 15. Por ejemplo, las diferencias entre los principales tamaños de partículas minerales: arena (ARE), limo (LIM) y arcilla (ARC), fueron también altamente significativas. En la localidad de Nuevo San Juan, la textura del suelo superficial es la de migajón arenoso, en tanto que en Santa Catarina tiene un suelo franco. El efecto de la textura, aunque de forma indirecta, se debe a la proporción distinta en cuanto a macro y microporosidad del suelo.

Esto afecta directamente dos constantes de humedad muy importantes como son la humedad a capacidad de campo (CC) y la humedad a punto de marchitamiento (PMP).

Las diferencias observadas en la estimación de la densidad aparente, con un método de laboratorio (DA1) y un método de campo (DA2), se explican porque en el primer método la muestra de suelo

se pasa por un tamiz de 2 mm, antes de la determinación, lo que ocasiona la separación de material orgánico en el proceso de análisis y por lo tanto la obtención de valores de densidad aparente mayores. A pesar de lo anterior, ambos métodos presentan un grado de correlación alto entre las mismas variables (0.96), tal y como se observa en el Cuadro 16. Lo que significa que, aunque no sean válidas las comparaciones entre ambos métodos, cualquiera de ellos reflejará la misma tendencia con respecto al resto de las variables edafológicas.

Además, se detectaron diferencias en RP entre las dos localidades, pero los valores medios obtenidos (menores a 500 KPa) son muy bajos, de acuerdo a los reportados en la literatura (Wronski y Murphy, 1994; Thompson et al., 1987; Sands et al., 1979), por lo que se infiere que a pesar de que el procedimiento empleado (penetrómetro Proctor) en este estudio detectó los cambios pequeños ocurridos entre las dos localidades, su interpretación directa en un contexto biológico no sería válida dado que en general los valores mayores de 1000 Kpa se presentan cuando la constitución interna estructura; del suelo ha sido considerablemente modificada y por lo tanto también los procesos que ocurren en la atmósfera del suelo. En la literatura se ha reportado una disminución de hasta un 90% en el crecimiento micelial de los hongos, cuando la densidad aparente del suelo se incrementa de 1.2 a 1.60 g/cm³ (Bowen, 1980). Sin embargo, la magnitud del cambio de la densidad aparente dependerá principalmente de la frecuencia del disturbio, la humedad del suelo y la fuerza mecánica ejercida sobre la superficie de este (Adams y Froehlich, 1981).

Respecto a las dos variables, RP y DA2, en cada una de las localidades, se observó que únicamente en Santa Catarina se presentaron diferencias significativas entre parcelas y para ambas variables (Cuadros 17, 18, 19 y 20).

Cuadro 17. Análisis de varianza para la variable RP en parcelas de la localidad de Nuevo San Juan, Michoacán.

Fuente de variación	Grados de libertad Cuadrados	Suma de	Valor F	P > F
Parcela	4	13.33	1.7	0.3158
Error	20	52.61		
Total	24	65.94		

Cuadro 18. Análisis de varianza para la variable DA2 en parcelas de la localidad de Nuevo San Juan, Michoacán.

Fuente de variación	Grados de libertad	Sumade Cuadrados	ValorF	P > F
Parcela	4	0.102	1.02	0.4220
Error	20	0.500		
Total	24	0.602		

Cuadro 19. Análisis de varianza para la variable RP en parcelas de la localidad de Santa Catarina del Monte, Estado de México.

Fuente de variación	Grados de libertad	Sumade Cuadrados	ValorF	P > F
Parcela	4	25.96	4.40	0.0103
Error	20	29.53		
Total	24	55.49		

Cuadro 20. Análisis de varianza para la variable DA2 en parcelas de la localidad de Santa Catarina del Monte, Estado de México.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Valor F	P > F
Parcela	4	0.210	8.71	0.0003
Error	20	0.120		
Total	24	0.330		

Para el caso de las parcelas de Santa Catarina, se procedió a realizar la separación de medias con el procedimiento de Tukey y con un nivel de significancia del 5 % (Cuadro 21). En relación a la variable RP, la parcela 2 y 4, cuyos valores de RP fueron mayores, formaron un grupo separado del resto de las parcelas, mientras que con *respecto a* DA2 se formaron tres grupos, en los que las parcelas 1 y 5 representaron los valores extremos de esta variable.

Cuadro 21. Separación de medias de las variables RP y DA2 para las parcelas (entre paréntesis) de la localidad de Santa Catarina dei Monte Edo. de México.

Resistencia Mécanica (KPa)	Densidad Aparente (Mg m ⁻³)
489.5 (2)a	0.43 (1)a
367.1 (4)a	0.35 (2)ab
365.7 (5)ab	0.25 (4) bc
299.5 (3) b	0.21 (3) bc
263.6 (1) b	0.19 (5) c

Valores con la misma literal se consideran iguales estadísticamente (P>F 0.05).

Los resultados de una muestra compuesta por cada localidad indicaron diferencias entre el contenido de bases intercambiables (Ca, Mg, Na y K) y la capacidad de intercambio catiónico (CIC). A partir de estas variables se estimó que el porcentaje de saturación de bases (PSB) para la localidad de Nuevo San Juan fue de 44 % y para Santa Catarina de 55 %. Lo anterior indica que el suelo de la localidad de Santa Catarina es más fértil que el de la localidad de Nuevo San Juan, lo cual podría explicar la mayor riqueza y diversidad de hongos silvestres. Sin embargo, de acuerdo a los principios básicos de formación del suelo, es muy importante aclarar la participación del factor tiempo. Así, mientras que el suelo superficial de Nuevo San Juan proviene de cenizas volcánicas muy recientes (de hace aproximadamente 50 años), el suelo de Santa Catarina, también de origen volcánico, ha permanecido dando sustento a la vegetación forestal por un tiempo mucho más largo. Esto probablemente ha permitido diversificar y estabilizar las poblaciones y comunidades de hongos en sus bosques.

Finalmente, podemos concluir lo siguiente: 1. El horizonte superficial (10 cm) de la localidad de Santa Catarina mostró mayor contenido de materia orgánica, lo que se reflejó en mejores condiciones físicas para la retención de humedad y en mejores condiciones de fertilidad, lo que podría explicar la mayor riqueza y diversidad de hongos silvestres; 2. El suelo de la localidad de Nuevo San Juan mostró menor varianza dentro y entre parcelas, por lo que no se detectaron diferencias significativas respecto a las dos variables de interés (RP y DA2) con las cuales se trató de asociar la producción de carpóforos de los hongos en número (PN) y en peso (PP); 3. En la localidad de Santa Catarina se encontraron diferencias significativas entre parcelas, para ambas variables de interés (RP y DA2), sin embargo, de acuerdo a los resultados de otros trabajos, los valores son bajos y no parecen ser apropiados para explicar por el momento los cambios en la producción de los carpóforos de los hongos. Por tal motivo sería conveniente continuar con esta evaluación durante los siguientes años.

6.7. Valoración etnomicológica y económica

Por
J. Carmen Ayala Sosa Luis Villarreal Ruiz
División de Ciencias Forestales Instituto de Recursos Genéticos
y del Ambiente y Productividad
Universidad Autónoma Chapingo Colegio de Postgraduados
y
Jorge González Loera
Programa de Agroecología
Universidad Autónoma Chapingo

Desde el punto de vista etnomicológico, el grado de conocimiento observado en las comunidades estudiadas resulta contrastante ya que mientras que en la Comunidad de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán (NSP), existe un escaso conocimiento sobre los hongos que crecen en sus bosques, en Santa Catarina del Monte, Edo. de México, el acervo de conocimiento sobre la micobiota es vasto.

En el caso de NSP se detectó una pérdida considerable del conocimiento etnomicológico, ya que muy pocas especies son utilizadas o comercializadas por sus habitantes, siendo muy confusos los nombres asignados en el dialecto purépecha y en castellano. Por ejemplo, las

especies conocidas y las que mejor se comercializan son: el "hongo amarillo" (*Amanita caesarea*), la "oreja de puerco" o "colorados" (*Hypomyces lactifluorum*), "paxacua" (*Lyophyllum decastes*), las "patas de pájaro" (*Ramaria* spp.) y el "iarín terekua" u "hongo de iarín" (*Lentinus lepideus*). Este conocimiento tan reducido contrasta enormemente con lo reportado por Mapes *et al.* (1981), para los habitantes de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, que consiste en alrededor de 57 especies de las cuales recabaron un total de 99 nombres vernáculos de los que 53 son en purépecha y el resto en castellano. Además dichos autores encuentran que los hongos son clasificados mediante un sistema tradicional de once grupos y tres clases generales de hongos.

La causa a la que puede atribuirse la pérdida de conocimiento etnomicológico por parte de los habitantes de la Comunidad de NSP, es el cambio en el sistema de apropiación tradicional de la naturaleza a un sistema tecnificado que ha centrado su atención al recurso maderable.

En el aspecto económico, los hongos tienen un impacto dual en las comunidades rurales: 1. Como fuente alimenticia dentro de su reducida dieta y 2. Constituyen una fuente de empleo e ingresos económicos, aunque temporal, pero que desempeñan una importante función dentro de la gama de actividades productivas que la población rural desarrolla durante el año para satisfacer sus necesidades de sobrevivencia.

Para determinar el papel que desempeña la comercialización de la producción natural de los hongos silvestres, se levantaron 20 encuestas a recolectores y comercializadores de hongos en cada una de las comunidades de NSP y SCM, durante la temporada de lluvias (mayo-agosto) de 1995 (ver formato, Anexo 1c).

Se encontró que los recolectores de hongos de las comunidades estudiadas se pueden clasificar en tres categorías, de acuerdo al tiempo que le dedican y la forma en que desarrollan su actividad. Dichas categorías se describen a continuación:

1. Recolectores ocasionales. Son aquellos que recolectan hongos durante dos o tres veces por mes, como una forma de complementar su dieta alimenticia o bien por requerimientos de algún familiar. En su mayoría es una actividad de autoconsumo, aunque se pudo observar en NSP y SCM que un recolector ocasional puede desarrollar esta actividad para la venta del producto, como complemento económico (Figura 21).

2. Recolectores múltiples. Desarrollan otras actividades dentro del bosque y cuando encuentran los hongos los recolectan para autoconsumo o para comercializarlos. En NSP, las actividades más comunes que se complementan con la recolección de los hongos las desarrollan los resinadores, recolectores de leña y los trabajadores (motosierristas y choferes) que participan en los aprovechamientos forestales de la comunidad. De ellos, los resineros recolectan un mayor volumen de hongos, ya que tienen que permanecer mayor tiempo en las áreas forestales. En su totalidad, los recolectores encuestados y catalogados en esta categoría desarrollan esta actividad para consumo familiar. Por su parte, en SCM existe una mayor diversificación de las actividades de recolección de recursos naturales locales, tales como: las ramas de ahuejote y madroño (utilizadas para la elaboración de arreglos florales), dicha actividad se desarrolla durante todo el año, particularmente en el mes de mayo; recolección de musgo en la época navideña (usado en los nacimientos); follaje de oyamel (elaboración de adornos para casas e iglesias llamados "festones"); recolección de tierra de monte (negra y de hoja) desarrollada por niños y adultos; extracción de leña (encino, oyamel y pino) se realiza cuando menos una o dos veces por semana y es la actividad de primer orden de la comunidad, ya que involucra a un alto porcentaje de la población, obtención de madera aserrada

para la elaboración de vigas (oyamel y cedro blanco), tablonces (cedro blanco y pino), y tejamanil (cedro blanco y pino) y trozas (encino), plantas medicinales para su venta en los mercados locales y en el mercado de Sonora del D.F.; recolección de plantas comestibles, forrajeras y ornamentales. En el caso de los hongos y a diferencia de lo que sucede en NSP, la recolección se realiza en su mayoría con fines comerciales (80%) y un 20% para consumo familiar (Figura 17).

3. *Recolectores Intencionales.*

Son aquellos que consideran esta actividad como una de sus más importantes fuentes de ingresos económicos. En NSP de los 20 recolectores encuestados, sólo cinco pudieron incluirse en esta categoría, y son los que recolectan el mayor volumen de hongos, siendo su destino, 95% para comercializar y el 5% restante para consumo familiar. Por su parte, en SCM la proporción de encuestados que se dedican a dicha actividad fue mayor con 15, ya que en dicha Comunidad se estima que existen más de 150 recolectores de hongos (Figura 18).

En relación al proceso de recolección, selección y comercialización de los hongos, podemos indicar que los recolectores de tipo ocasional o múltiple no realizan una selección de éstos, lo que si hacen los intencionales, para su mejor comercialización.

Un recolector para que obtenga ingresos equivalentes a los que tendría en otra actividad dentro de la región de NSP, tiene que recolectar de 6 a 10 kg/hombre/día. Para obtener ese volumen de recolección invierte entre 4 y 8 horas del día. La mayoría de los encuestados realizan la actividad por la mañana muy temprano (5:00 AM) y regresan a sus poblados alrededor de las 10:30 de la mañana. Al final de la temporada de hongos, muchos de los recolectores logran un máximo de 5 kg/hombre/día; con esta cantidad consideran que aún pueden dedicarse a ella. En SCM los recolectores obtienen de 8 a 10 kg/hombre/día, invirtiendo alrededor de 10 horas. La mayoría de los recolectores inician su actividad entre las 4 y 5 de la mañana, retornando a sus poblados alrededor de las 18:00 h.

Una vez recolectados los hongos se tienen pérdidas en el proceso de selección y limpieza de entre el 30 al 50 % del volumen recolectado. Cuando se preparan para su venta al público consumidor se tienen otra proporción de pérdidas, que van del 5 al 10%, debido principalmente a que se quiebran y luego la gente ya no los compra.

En la zona de NSP, los hongos se pueden consumir o comercializar hasta tres días después de que fueron recolectados. El precio se ve afectado muy poco, pero el volumen de pérdidas aumenta considerablemente. La excepción la constituye la "oreja de puerco" (*Hypomyces lactifluorum*) la cual dura más tiempo que las demás especies (hasta una semana).

Los recolectores ("hongueros") de SCM visitan los bosques cada 5 días, empleando un día para recolectar y un día para comercializarlos. El consumo y la comercialización es al siguiente día de la recolección, para evitar que los hongos se deterioren y el volumen de pérdidas sea grande. Las especies de *Morchella spp.* son las que tienen mayor longevidad en fresco (hasta una semana), debido a su consistencia, o bien pueden secarse al sol y mantenerse por varios meses.

Los comercializadores de hongos se localizan en las ciudades más o menos grandes y sólo en determinados lugares, siendo los más frecuentes los mercados populares y tianguis. De ellos, la mayoría son mujeres que compran el producto para su posterior reventa.

En la zona de Uruapan no se encontraron personas que compraran hongo proveniente de la comunidad de NSP, ya que en su mayor parte los traen de áreas aledañas a la Ciudad de Pátzcuaro. Ello hace suponer que la producción del área de estudio se consume dentro de la región y no se comercializa sino que se da como recolección de autoconsumo. En el caso de SCM, el producto se comercializa en los poblados aledaños, en los mercados de la Ciudad de Texcoco y parte de la producción se traslada a la Ciudad de México.

Las personas que compran hongo para revender, lo pagan entre \$8.00 y \$12.00/kg y lo venden entre \$12.00 y \$20.00/kg. En ambos casos los precios varían de acuerdo con la especie y las condiciones en que el producto se encuentre. Así por ejemplo encontramos un precio promedio de venta al consumidor final del \$15.00/kg de "oreja de puerco", \$12.00/kg de hongo "amarillo" y \$10.00/kg de "pata de pájaro" en malas condiciones en NSP.

Otra forma de comercializar este producto es por medidas locales. Se encontró que un 85% de los compradores de hongo para vender lo hacen utilizando como medida una cubeta de 20 litros, la cual pagaron a un precio de 50 pesos, cuyo contenido es de aproximadamente 7kg. La venta al público consumidor, en un 95% de los casos se da mediante "montones" o "pilas", los cuales en promedio costaban cinco pesos y tenían un peso aproximado de 400g.

El volumen de ventas promedio para los vendedores al consumidor final, de acuerdo con la encuesta, fue entre 7 y 10 kg, lo que equivale a una cubeta de 20 litros en donde compran el hongo. Sin embargo, el "hongo amarillo" (*Amanita caesarea* var. *caesarea*), que es el más demandado en ambas localidades, podría comercializarse en cantidades mucho mayores a las actuales, pero como dicen los propios vendedores, no hay suficiente producción en los bosques, además de que no conviene sacarlos todos de una vez.

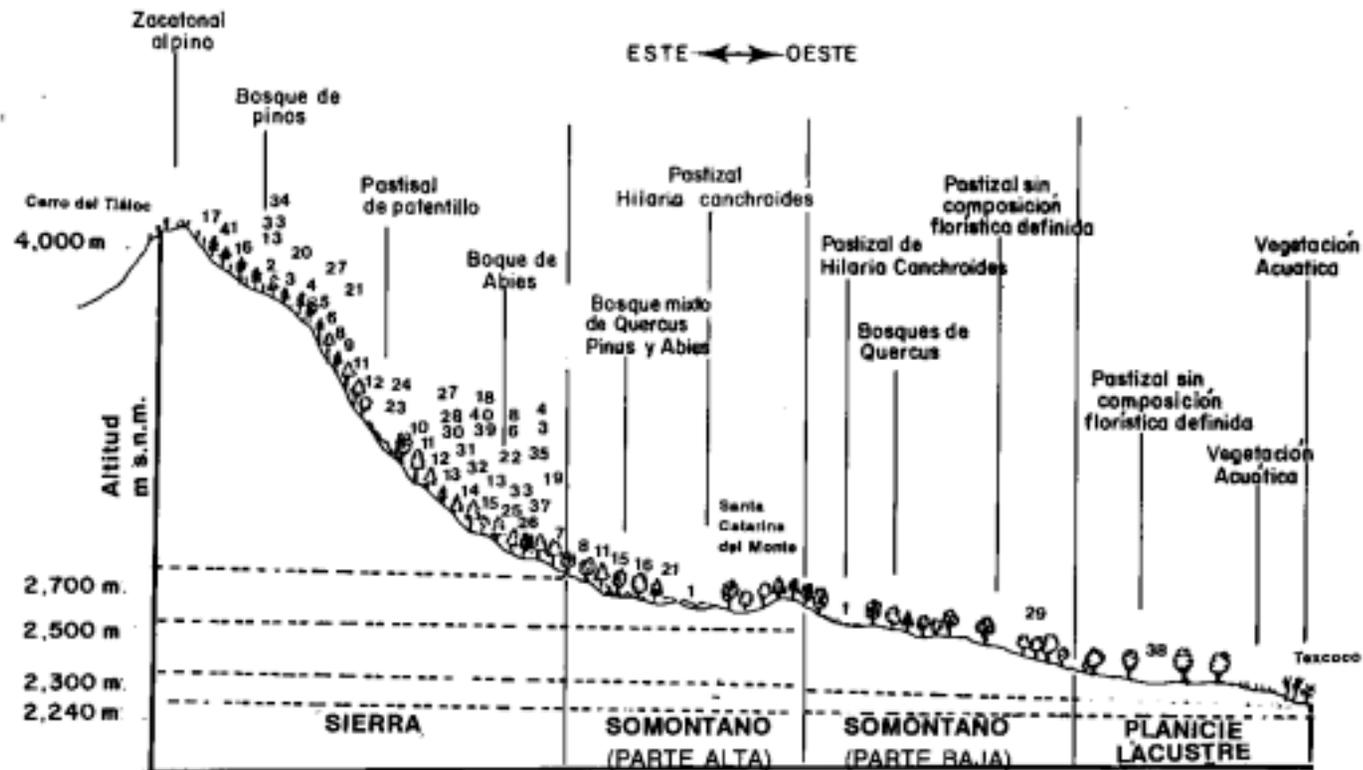
Dada la estructura en que se comercializa el hongo, cada vendedor final tiene un proveedor, éste en ocasiones es algún integrante de su familia. En el 95% de los casos tales vendedores comercializan el hongo como parte de otros productos que componen su "puesto" (Figura 17). Sólo el 5% vendía exclusivamente hongos (Figura 18).

Dado que el uso principal de los hongos es la alimentación humana, la mayoría de los encuestados coincidieron en señalar que con tres kilogramos de hongo es posible preparar 18 raciones de comida. En el caso de la "oreja de puerco", 10 piezas (aproximadamente un kg) rinde siete raciones. En las áreas rurales cuando esta situación se da, el hongo es el platillo fuerte de la dieta, lo que no sucede en las zonas urbanas, en donde normalmente es un complemento alimenticio.

De lo señalado anteriormente se puede concluir que la recolección de hongos comestibles se da principalmente en los bosques de pino en NSP y en SCM en los llanos y en los bosques de encino, pino y oyamel (Figura 63). Generan un producto complementario tanto para la dieta como para el ingreso en las zonas rurales, y finalmente que en NSP la recolección se da por una gran proporción de la gente para autoconsumo, mientras que el número de personas que se dedican a la comercialización son pocas, pero manejan volúmenes mucho mayores, es decir que los hongos tienen un mayor valor de uso que de cambio. En SCM existe una gran tradición y conocimiento de los hongos silvestres, teniendo un mayor valor de cambio comercial.

En el Anexo 4 se presenta un resumen comparativo del rendimiento por ha y un tabulador del valor económico de los hongos silvestres en los bosques estudiados.

Figura 63. Distribución de los hongos comestibles silvestres en los bosques de Santa Catarina del Monte, Edo. de México (basado en el mapa de vegetación de González, 1981).



ESPECIES DE HONGOS COMESTIBLES*

- | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 1. <i>Agaricus campestris</i> | 21. <i>Neohelia oriza</i> | 27. <i>Lycoperdon perlatum</i> | 31. <i>Ramaria fiera</i> |
| 2. <i>Arvela sessilis</i> | 12. <i>M. leucopus</i> | 22. <i>L. umbellatum</i> | 32. <i>R. stricta</i> |
| 3. <i>A. foeta</i> | 12. <i>Hygrophorus chrysoides</i> | 23. <i>Lycophytium striatum</i> | 33. <i>Russula brevipes</i> |
| 4. <i>A. ruberens</i> | 13. <i>Hydomyces lactiflorus</i> | 24. <i>L. decedens</i> | 34. <i>Rhodophyllus ciliolatus</i> |
| 5. <i>Boletus edulis</i> | 14. <i>Lactaria amygdalina</i> | 25. <i>Morchella esula</i> | 35. <i>Sarcophaga rotula</i> |
| 6. <i>Cantharellus cibarius</i> | 15. <i>L. locale</i> | 25. <i>M. esculenta</i> | 36. <i>Salvia granulata</i> |
| 7. <i>Cleistanthelphus truncatus</i> | 16. <i>Leucopus dactyloides</i> | 27. <i>Microleucopus melaleuca</i> | 37. <i>Tricholoma flavovirens</i> |
| 8. <i>Clitocybe glauca</i> | 17. <i>L. oreiga</i> | 28. <i>Pholista</i> sp. | 38. <i>Uthelia mytilis</i> |
| 9. <i>Collybia striatella</i> | 18. <i>L. piliferata</i> | 30. <i>Placurum levis</i> | 38. <i>Hygrophorus parviflorus</i> |
| 10. <i>Geophus flexuosus</i> | 19. <i>L. salmonicolor</i> | 30. <i>Ramaria botrytis</i> | 40. <i>Psalliota spathulata</i> |
| | 20. <i>Lophole scolopendras</i> | | 41. <i>Boletus pinicola</i> |

*Fuente: González (1982); Moreno-Zúñiga (1990); González-Leora y López-Velázquez (1991) y observaciones del presente trabajo.

7. CONCLUSIONES

El rodal del bosque de *Abies* de SCM, Edo. Méx., mostró una mayor riqueza y diversidad de hongos silvestres en relación al de *Pinus* de NSP, Mich., observándose además un bajo índice de Similitud de Jaccard de la funga de ambas localidades. En el rodal de *Pinus* se observó un mayor número de carpóforos de los cuales el 56% estaba dañado, en tanto que en el rodal de *Abies* el número de carpóforos fue ligeramente menor pero solamente se registró un 6% dañado. La abundancia de carpóforos sanos fue superior en el rodal de *Abies* con 2,356 y 63.00 kg/ha-1, en tanto que en el rodal de *Pinus* fue de 629 carpóforos y 7.7 kg/ha-1, lo cual indica que en el bosque de oyamel se obtiene una mayor productividad comercial por ha. En el rodal de *Pinus* 5 especies constituyeron el 80-78% de la productividad en número y peso fresco, en tanto que en el de *Abies* fue del 59-69% respectivamente. Las parcelas de monitoreo mostraron una mayor consistencia en la presencia de especies en relación a las experimentales. La distribución espacial de los hongos y su productividad fue localizada, influenciada probablemente por microhábitats particulares. Los transectos mostraron una baja diversidad en ambos bosques. La productividad de los hongos pareció estar asociada a la precipitación pluvial en ambos bosques. En el rodal de *Pinus*, las especies de fructificación temprana prolongada fueron las dominantes, en tanto que en el rodal de *Abies* fueron las de fructificación corta a mediados de la estación. La mayor riqueza y diversidad de hongos de SCM podría estar asociada a las condiciones de mayor retención de humedad y fertilidad del suelo. La compactación del suelo en las parcelas de monitoreo fue baja, por lo que no permite explicar por el momento los cambios en la producción de los carpóforos de los hongos. Existe una pérdida gradual del conocimiento etnomicológico en la Comunidad de NSP, motivado probablemente por la tecnificación del sistema de apropiación de los recursos naturales. En SCM el acervo de conocimiento etnomicológico es mayor, sin embargo éste se está perdiendo en forma gradual, ya que las nuevas generaciones se están incorporando a otras actividades productivas ajenas al bosque. Se detectaron 3 tipos de recolectores: los ocasionales, los múltiples y los intencionales, de los cuales en NSP predominan los ocasionales y en SCM los intencionales. En NSP los hongos tienen un mayor valor de uso para autoconsumo mientras que en SCM tienen un mayor valor de cambio comercial. Por lo tanto la Comunidad de Santa Catarina del Monte, por su riqueza, diversidad, abundancia de especies y conocimiento etnomicológico constituye un área de gran potencial para el establecimiento de un programa piloto de uso sostenible de los hongos.

8. RECOMENDACIONES

La información que se presenta en este informe debe ser considerada como un diagnóstico preliminar de la diversidad y el potencial de uso de los hongos silvestres en las comunidades estudiadas. Los resultados obtenidos constituyen la base para un programa de monitoreo ecológico a largo plazo, por lo que el trabajo sistemático en diversas regiones del país, permitirá dilucidar los patrones de diversidad de la funga, así como entender el comportamiento de las poblaciones de aquellas especies de alto valor comercial sujetas a aprovechamiento intensivo y el posible impacto ecológico de éstos.

El tratar de proponer esquemas de aprovechamiento o manejo sostenible requiere de mayor información acerca de la biología y la dinámica de las poblaciones de los organismos por aprovechar. Particularmente en el caso de los hongos silvestres, es necesario contar con una base de datos que contenga los ritmos estacionales de fructificación y su productividad natural en los bosques de por lo menos 10 años.

Partiendo de la definición de Peters (1994), en el sentido de que "un sistema sostenible es aquel en el cual los productos pueden ser recolectados indefinidamente de un área limitada de bosque con un bajo impacto en la estructura y dinámica de las poblaciones de plantas

aprovechadas", el pretender adaptarla a los hongos silvestres, requiere de algunas consideraciones. En primer término sería conveniente tomar en cuenta que en el caso del **uso sostenible** de las poblaciones naturales de hongos, el concepto de una recolección "indefinida en un área limitada de bosque", estará sujeto a las fluctuaciones estacionales de los hongos y a la dinámica sucesional de los bosques donde se desarrollan. Por tal motivo, la recolección de la productividad natural en los bosques dependerá del tiempo que dure la etapa sucesional de los hongos de interés comercial.

Por otra parte, el hablar de una recolección "indefinida", implicaría considerar el uso de sistemas silvícolas para mantener las condiciones ecológicas que permitan prolongar la presencia de los hongos, en un rodal. Otra opción sería establecer sistemas agroforestales, mediante plantaciones comerciales que incluyan un turno de corta donde se obtengan productos no maderables como la resina, los hongos comestibles, entre otros, así como de productos maderables; todo ello bajo el enfoque del manejo silvícola y considerando las externalidades que el proceso involucra. Además, la propuesta de un sistema de uso o de manejo sostenible, deberá apearse necesariamente a tres criterios básicos: ser económicamente viable, socialmente justa y geológicamente responsable.

Considerando los criterios anteriormente expuestos, los hongos constituyen un recurso forestal no maderable asociado al bosque con un gran potencial de aprovechamiento por parte de las comunidades rurales que habitan las zonas templadas y frías del país. De acuerdo con los resultados preliminares que aquí se presentan, sería conveniente implementar un sistema de aprovechamiento sostenible piloto en una etapa precomercial. Para ello, existe el interés de una empresa comercializadora francesa en desarrollar un proyecto para aprovechar las siguientes especies de hongos comestibles *silvestres*: *Amanita caesarea*, *Boletus edulis*, *Cantharellus cibarius* y *Morchella* spp., todas ellas presentes en los bosques estudiados, aunque en las parcelas de monitoreo indicaron una baja abundancia (Anexo 3). Dicha empresa ofrece además asistencia técnica en el procesamiento, embarque del producto y comercialización (Anexo 4).

Por su parte, el Colegio de Postgraduados podría participar en el programa de educación ambiental y seguimiento del proceso, mediante el monitoreo de las áreas bajo aprovechamiento y desarrollando investigación básica y aplicada. Las instituciones gubernamentales permitirán el seguimiento legal del proceso. Finalmente los organismos no gubernamentales podrán participar como certificadores del proceso, ya que un programa de uso sostenible requerirá seguir los principios del manejo forestal reconocidos por el Consejo Para el Manejo Forestal (FSC) y de la certificación, o "sello verde", como llave de acceso a determinados ámbitos del mercado internacional o para obtener apoyos especiales (Geréz *et al.*, 1995).

La ventaja de un programa así, elimina a los intermediarios del proceso de comercialización de los hongos, favoreciendo la capacitación técnica y educación ambiental para los recolectores. Esto redundará en involucrarlos en el mediano plazo en el procesamiento y comercialización del producto, adquiriendo mejoras económicas. Por tal motivo dicho sistema girará en torno a los recolectores, las compañías comercializadoras y exportadoras y las instituciones responsables de dar asesoría técnica y seguimiento legal.

9. LITERATURA CITADA

ADAMS, W.P. and H.A. FROEHLICH. 1981. Compaction of forest soils. PNW 217. A Pacific Northwest Extension Publication, USA.

AGUIRRE-ACOSTA, E. y E. PÉREZ-SILVA. 1978. Descripción de algunas especies del género *Laccaria* (Agaricales) de México. *Bol. Soc.Mex.Mic.* 12: 33-58.

ALEXANDER, M. 1971. Microbial ecology. Wiley, New York.

ALLEN, E.B., M.F. ALLEN, D.J. HELM, J.M. TRAPPE, R. MOLINA and E. RINCÓN. 1995. Patterns and regulation of mycorrhizal plant and fungal diversity. *Plant and Soil* 170: 47-62.

AMARANTHUS, M.P., J.M. TRAPPE and R. J. MOLINA. 1989. Long-term forest productivity and the living soil. In: Perry, D.A., R. Meurisse, B. Thomas, R. Miller, J. Boyle, J. Means, C.R. Perry y R.F. Powers (Eds.). Maintaining the long-term productivity of Pacific Northwest forest ecosystems. Timber Press, Portland.

AMMIRATI, J. 1986. Regulations of mushroom picking activities. *Mycena News* 36 (9): 5.

ANÓNIMO. 1988. Estudio de manejo integral del recurso forestal en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Municipio de Nuevo Parangaricutiro, Michoacán. Dirección Técnica Forestal Número 11. Nuevo San Juan Parangaricutiro.

ANÓNIMO. 1990. Ajuste al estudio dasonómico de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Mich. Dirección Técnica Forestal Número 11. Nuevo San Juan Parangaricutiro,

ARORA, D. 1979. Mushrooms Demystified. Ten Speed, Berkley.

ASSMANN, E. 1970. The principles of forest yield study. Pergamon Press, Oxford.

AYALA-SOSA, J.C. 1990. Estructura de la comercialización de la resina. Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.

BEHAN, R. W. 1990. Multiresource forest management: A paradigmatic challenge to profesional forestry. *Journal of Forestry* 88 (4): 12-18.

BOHUS, G. and RABOS. M. 1973. Data to the role of terricolous macrofungi in deciduous forest ecosystems. *Mikológiai Közleményel* 2: 77-79.

BON, M. 1984. Les Tricholomes de France et d'Europe occidentale. Lechevalier, Paris.

BOWEN, G.D. 1980. Disturbance effects on fungi. In: Mikoia, P. (Ed.) Tropical mycorrhiza research. Oxford University Press, New York.

BREITENBACH, J. and F. KRÄNZLIN. 1984. Fungi of Switzerland I. Ascomycetes. J. Breitenbach y F. Kranzlin, Micological Society of Lucerne, Luzern.

BREITENBACH, J. and F. KRÄNZLIN. 1986. Fungi of Switzerland II. Heterobasidiomycetes, Aphylophorales, Gasteromycetes. J. Breitenbach y F. Kranzlin, Micological Society of Lucerne, Luzern.

- BREITENBACH, J. and F. KRÄNZLIN. 1991. Fungi of Switzerland III. Boletes and agarics 1st part. J. Breitenbach y F. Kranzlin, Micological Society of Lucerne, Luzern.
- BULL, A.T., M. GOODFELLOW and J.H. SLATER. 1992. Biodiversity as a source of innovation in biotechnology. *Ann. Rev. Microbiol.* 46: 219-252.
- CHÁVEZ-HUERTA, M.Y.M. 1984. Principales interrelaciones entre los suelos forestales y las coníferas del Cerro de la Cruz, Mich. Tesis de licenciatura, Fac. de Ciencias, UNAM.
- CHIO, R.E., I FRUTIS y G. GUZMÁN. 1988. Hongos del estado de México, I. Especies citadas en la bibliografía, la parte. Ascomycetes, Tremellales y Aphylophorales. *Rev. Mex. Mic.* 4: 97-113.
- CHIO, R.E., I. FRUTIS, G. GUZMÁN y V.M. VANDALA. 1989. Hongos del estado de México, II. Especies citadas en la bibliografía: Agaricales. *Rev. Mex. Mic.* 5: 125-148.
- CHIO, R.E., G. GUZMÁN y V.M. VANDALA. 1990. Hongos del estado de México, III. Especies citadas en la bibliografía: Gasteromycetes. *Rev. Mex. Mic.* 6: 207-220.
- CIFUENTES-BLANCO, J. , M. VILLEGAS y L. PÉREZ-RAMÍREZ. 1986. Hongos. In: Lot, A, y F. Chiang (Comps.). Manual de herbario. Consejo Nacional Para la Flora de México, México, D.F.
- CIFUENTES-BLANCO, J. , M. VILLEGAS. L. PÉREZ-RAMÍREZ, M. BULNES, V. CORONA, M.R. GONZÁLEZ, I. JIMÉNEZ. A. POMPA y G. VARGAS. 1990. Observaciones sobre la distribución, hábitat e importancia de los hongos de Los Azufres, Michoacán. *Rev. Mex. Mic.* 6: 133-149.
- CIFUENTES-BLANCO, J. , M. VILLEGAS y L. PÉREZ-RAMÍREZ. 1993. Hongos macroscópicos. In: Luna-Vega, Y. y J. Llorente-Bousquets (Eds.). Historia Natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemi, Chilpancingo, Guerrero, México. CONABIO-UNAM, México, D.F.
- CLADENTY, P. 1979. Comercialización de productos agrarios. Ed. Agrícola Española, Madrid. CLARKE, R. 1986. The Handbook of Ecological Monitoring, Clarendon Press, Oxford.
- COHEN, J.I., J.B. ALCORN and C.S. POTTER. 1991. Utilization and conservation of genetic resources: International projects for sustainable agriculture. *Economic Botany* 45 (2): 190-199.
- COOKE, W.B. 1979. The ecology of fungi. CRC Press, Boca Raton.
- CORNER, E.J.H. 1966. A monograph of cantharelloid fungi. Oxford Univ. Press, Oxford.
- CORNER, E.J.H. 1967. A monograph of *Clavaria* and allied genera. Dawsons of Pall Mall, London.
- CORNER, E.J.H. 1970. Supplement to "A monograph of cantharelloid fungi". Cramer, Vaduz.
- DELMAS, J. 1987a. Cultivation of new species of edible fungi present state and prospects. *Indian Mushroom Sciences* 2: XXVII-XXXVIII.

DELMAS, J. 1987b. Fruiting requirements of fungi under natural and artificial conditions. *Indian Mushroom Science* 2: 219-229.

DEMANT, A. 1976. El eje neovolcánico transmexicano. III Congreso Latinoamericano de Geología. Excursión No. 4. Inst. de Geología, UNAM, México, D.F.

DIARIO OFICIAL. 1994a. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección *especial*, y que establece especificaciones para su protección. Diario Oficial de la Federación, lunes 16 de mayo.

DIARIO OFICIAL. 1994b. NORMA Oficial Mexicana NOM EM 009 SARH3-1994, que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de hongos. Diario Oficial de la Federación, viernes 20 de mayo.

DIARIO OFICIAL. 1996. NORMA Oficial Mexicana NOM-010-RECNAT-1996, Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de hongos. Diario Oficial de la Federación, martes 28 de mayo.

DOWDING, P. 1981. Allocations of resources. Nutrient uptake and release by decomposer organism. In: Anderson, J.M. y A. Maclayen (Eds.). The role of terrestrial and aquatic organisms in decomposition processes. Black Well Sci. Publins, Oxford.

ESTRADA-TORRES, A. y R.M. AROCHE. 1987. Acervo etnomicológico en tres localidades del municipio de Acambay, Estado de México. *Rev. Mex. Mic.* 3: 109-131,

FAO. 1980. Análisis económico de productos forestales. Serie Montes No. 17. Roma.

FAO. 1983. Impactos ambientales de las actividades forestales. Serie Conservación No.7. Roma.

FAO/OMS. 1970. Norma general internacional recomendada para los hongos comestibles y sus productos. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, FAO, Roma.

FOGEL, R. 1980. Mycorrhiza and nutrient cycling in natural forest ecosystems. *New Phyto.* 86:199-212.

FOGEL, R. 1981. Quantification of sporocarp produced by hypogeous fungi. In: Wicklow, D.T. y G.C. Carroll (Eds.). The fungal community: its organization and role in ecosystems. Marcel Decker, New York.

FOGEL, R. and G. HUNT. 1979. Fungal and arboreal biomass in a western Oregon Douglas-fir ecosystem: distribution patterns and turnover. *Can. J. For. Res.* 9: 245-256.

FOGEL, R. and G. HUNT. 1983. Contribution of mycorrhizal and soil fungi to nutrient cycling in a Douglas-fir ecosystem. *Can. J. For. Res.* 13: 219-232.

FRUTIS, M.I., R.E. CHIO y A. ESTRADA-TORRES. 1985. Nuevos registros de macromicetos del Estado de México. *Rev.Mex.Mic.* 1: 285-300.

- GARCÍA, E. 1975. Precipitación y probabilidad de lluvia en la República Mexicana, estados de Michoacán y Colima. CETENAL, México, D.F.
- GARCÍA, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köepen. Larios, México, D. F.
- GARCÍA J. y J. CASTILLO. 1981. Las especies de Boletaceos y Gomphidiaceos conocidos de Nuevo León. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 15: 121-197.
- GERÉZ, P., L. MERINO y G. ALATORRE. 1995. En la búsqueda de un manejo sostenible de los bosques: el Ejido Ingenio del Rosario, Xico. In: Alternativas al manejo de laderas en Veracruz. SEMARNAT/Friedrich Evert Stiftung, México, D.F.
- GISPERT. M., O. NAVA y J. CIFUENTES. 1984. Estudio comparativo del saber tradicional de los hongos en dos comunidades de la Sierra del Ajusco. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 19: 253-264.
- GÓMEZ G. A., D. J. CAMPBELL and E. A. G. ROBERTSON. 1995. Some physical properties related to soil quality under three types of vegetation. *Terra.* 13: 207-215.
- GÓMEZ-GUERRERO, A. 1989. Relación entre algunas condiciones edáficas y topográficas en los índices de sitio y de terreno de dos coníferas. *Tesis de Maestría en Ciencias.* Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México.
- GÓMEZ-TAGLE, R.A.F. 1985. Levantamiento de los suelos del campo experimental forestal Barranca de Cupatitzio y sus relaciones con la vegetación de coníferas. Tesis de Maestría en Ciencias. UNAM, México, D.F.
- GÓMEZ, A. y K. OLESCHKO. 1994. Compactación del suelo en un bosque de coníferas sometido a manejo. Acuerdo de Cooperación en Materia Forestal entre México y Finlandia. Informe técnico No. 31. México, D.F.
- GONZÁLEZ, R. 1981. Ecología humana y etnobotánica de un pueblo campesino de la Sierra Nevada, Méx., Santa Catarina del Monte. Tesis de Licenciatura. Fac. de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- GONZÁLEZ, J. 1982. Notas sobre la etnomicología náhuatl. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 17: 181-186.
- GONZÁLEZ-LOERA, J. y D. LÓPEZ-VELÁZQUEZ. 1991. Los recursos vegetales silvestres en el Municipio de Texcoco, México. In: Ortega-Paczka, R., G. Palomino-Hasbach, F. CastilloGonzález, V.A. González-Hernández y M. Livera-Muñoz (Eds.). Avances en el estudio de los recursos Fitogenéticos de México. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. (SOMEFI). Chapingo.
- GREACEN, E. L. and R. SANDS. 1980. Compaction of forest soils. A review. *Jaust. J. Soil Res.* 18: 163-189.
- GROVES, J.W. 1981. Champignons comestibles et veneneux du Canada. Direction générale de la recherche Agriculture Canada, Ottawa.
- GROOMBRIDGE, B. (Ed.) 1992. Global Biodiversity: Status of the Earth's Living Resources. Chapman & Hall. London.

GUZMÁN, G. 1972. Algunos macromicetos, líquenes y mixomicetos importantes en la zona del Volcán Popocatepetl (Amecameca-Tlamacas, México). Guías botánicas de excursiones en México. Soc.Bot.Méx., México, D.F.

GUZMÁN, G. 1978. Hongos, Limusa, México, D.F.

GUZMÁN, G. 1979. Identificación de los hongos comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de la madera. Limusa, México, D.F.
s4

GUZMÁN, G. 1995. La diversidad de hongos en México. *Ciencias* No. 39, julio-septiembre: 52-57.

GUZMÁN, G. y L. VILLARREAL. 1984. Estudio sobre los hongos, líquenes y mixomicetos del Cofre de Perote, Veracruz, I. Introducción a la micoflora de la región. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 19: 107-124.

HARLEY, J.L. 1971. Fungi in ecosystems. *J. Ecol.* 59: 653-668.

HARVEY, A.E., M.F. JURGENSEN and M.J. LARSEN. 1979. Role of forest fuels in the biology and management of soil. USDA Forest Service, General Technical Report INT-65, Ogden.

HAWKER, L.E. 1966. Environmental influences on reproduction. In: Ainsworth, G.C. y A.S. Sussman (Eds.). The fungi, an advanced treatise, vol. II: The fungal organism. Academic Press, New York.

HAWKSWORTH, D.L. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycological Research* 95:641-655.

HAWKSWORTH, D.L., B.C. SUTTON and G.C. AINSWORTH. 1983. Ainsworth & Bisby "s dictionary of the fungi. Commonwealth Mycological Institute C.A.B, Kew.

HAWKSWORTH, D.L., and L. A. MOUND. 1991. Biodiversity databases: The crucial significance of collections. In: Hawksworth, D.L. (Ed.) *The biodiversity of microorganisms and invertebrates: Its role in sustainable agriculture*. C.A.B. International, Wallingford.

HERING, T.F. 1966. The terricolous higher fungi four lake district woodland. *Trans. Br. mycol. Soc.* 49: 369-383.

HESLER, L.R. and A.H. SMITH. 1979. North american species of *Lactarius*. The Univ. of Michigan Press, Ann Arbor.

HICKMAN, C.J. 1965. Fungal structure and organization. In: Ainsworth, G.C. y A.S. Sussman (Eds.). The fungi, an advanced treatise, vol. I: The fungal cell. Academic Press, New York.

HUNT, O.L. 1991. Forestry word games: "Biodiversity". *Journal of Forestry* 89 (6): 39.

HUNT. G.A. and J.M. TRAPPE. 1987. Seasonal hypogeous sporocarp production in a western Oregon Douglas-fir stand. *Can. J. Bot.* 65: 438-445.

- KABZEMS, R. D. and K. KLINKA. 1987. Initial quantitative characterization of soil nutrient *regimes*. I. *Soil properties*. *Can. J. For. Res.* 17: 557-1564.
- KALAMEES, K. and S. SILVER. 1988. Fungal productivity of pine healths in North-West Estonia. *Acta Bot. Fennica* 136: 95-98.
- KAUL, T.N. 1987. Fruiting in larger fungi. A review. *Indian Mushrooms Sciences* 2: 230-253.
- KIRSI, M. and P. OINONEN. 1981. Mushroom yields in 10-year-old coppice, after spraying with MCPA. *Karstenia* 21: 1-8.
- KOSHLAND, Jr. D.E. 1991. Preserving biodiversity. *Science* 53 (5021): 717. 85
- LARGENT, D. 1973. How to identify mushrooms (to genus) using only macroscopic features. Mad River Press, Eureka.
- LARGENT, D. 1977. How to identify mushrooms to genus I: Macroscopic features. Mad River Press, Eureka.
- LARGENT, D.L. and H.D. THIERS. 1977. How to identify mushrooms to Genus II: Field identification of Genera. Mad River Press, Eureka.
- LARGENT, D.L., D. JOHNSON and R. WATLING. 1980. How to identify mushrooms to Genus III: microscopic features. Mad River Press, Eureka.
- LEVI-STRAUS, C. 1962. El pensamiento salvaje. Fondo de Cultura Económica. México. LILLY, G.V. and H.L. BARNETT. 1951. Physiology of the fungi. McGraw Hill, New York.
- LINCOFF, G.H. 1981. The Audubon Society Field Guide to North American Mushrooms. Alfred A. Knopf, New York.
- LINDBERG, G. 1981. Roles of litter-decomposing and ectomycorrhizal fungi in nitrogen cycling in the scandinavian coniferous forest ecosystem. In: Wicklow, D.F. y G.C. Carroll (Eds.). The fungal community: its organization and role in ecosystem. Marce) Decker, New York.
- LOWY, B. 1971. Tremellales. Monograph No. 6. Flora Neotropica. Hafner Publishing Company, New York.
- MAPES, C., G. GUZMÁN y J. CABALLERO. 1981. Etnomicología Purépecha: El conocimiento y uso de los hongos en la cuenca de Pátzcuaro, Michoacán. Dir. Gral. de Culturas Populares, Soc. Mex. de Micología, Inst. de Biología, UNAM, México, D.F.
- MARR, C.D. and E.D. STUNTZ. 1973. *Ramaria* of Western Washington. Cramer, Lehre.
- MATHEWS, J. 1991. Forestry word games: "Sustain". *Journal of Forestry* 89 (5): 29-30.
- MILD, U. 1978. The organization for collecting forest mushroom in Finland. *Karstenia* 18 (Supl.): 106-107.

MILLAR, C.I. and L.D. FORD. 1988. Managing for nature conservation: From genes to *ecosystems*. *BioScience* 38 (7): 456-457.

MILLER, O.K. Jr. 1982. Taxonomy of ecto- and ectendomycorrhizal fungi. *In*: Schenck, N.C. (Ed.). *Methods and principles of mycorrhizal research*. The American Phytopathological Society, San Paul.

MILLER, O.K. Jr. and H.H. MILLER. 1980. *Mushrooms in color*. Dutton, New York.

MOLINA, R. and J.G. PALMER. 1984. Isolation, maintenance, and pure culture manipulation of ectomycorrhizal fungi. *In*: Schenck, N.C. (Eds.). *Methods and principles of mycorrhizal research*. Second Printing. The American Phytopathological Society, St. Paul.

86

MOLINA, R., T. O'DELL, D. LUOMA, M. AMARANTHUS, M. CASTELLANO, and K. RUSSELL. 1993. Biology, ecology, and social aspects of wild edible mushrooms in the forests of the Pacific Northwest: a preface to maintaining commercial harvest. Gen.Tech.Rep.PNW-GTR-309. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.

MOOSER, F. 1963. Informe sobre la geología de la Cuenca del valle de México y zonas colindantes CHCVM. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, D.F.

MORENO-ZÁRATE, C. 1990. Los hongos comestibles: Un componente de la productividad del bosque en Santa Catarina del Monte, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.

MUELLER-DOMBOIS, D. and H. ELLENBERG. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. Wiley, New York.

NISBET, L.J. and F.M. FOX. 1991. The importance of microbial biodiversity to biotechnology. *In*: Hawksworth, D.L. (Ed.) *The biodiversity of microorganisms and invertebrates: Its role in: sustainable agriculture*. C.A. B. International, Wallingford.

NORVELL, L. 1995. Loving the chanterelle to death? the ten-year Oregon chanterelle project. *Mcllvainea* 12 (1). 6-25.

O'DELL, T.E. and J.F. AMMIRATI. 1993. Diversity of ectomycorrhizal fungi in old growth *Pseudotsuga menziesii*-*Tsuga heterophylla* forests of the Olympic Peninsula, WA. (Resúmenes) Annual meeting of the mycological Society of America, *Inoculum: Newsletter of the Mycological Society of America* 44 (2): 52.

OVERHOLTS, L.O. 1967. *The Polyporaceae of the United States, Alaska, and Canada*. The University of Michigan Press, Ann Arbor.

PÉREZ-MORENO, J., R. FERRERA-CERRATO, E. PÉREZ-SILVA y R. GARCÍA-ESPINOSA. 1993. Ecología de diversos macromicetos ectomicorrízicos y saprobios del Parque Nacional Zoquiapan, Estado de México. *Agrociencia serie Recursos Naturales Renovables* 3 (3): 7-21.

PERRY, D.A. 1985a. Mycorrhizae in temperate communities: Maxwell's ecological demon. *In*: Molina R. (Ed.), *Proceedings of the 6th North American Conference on Mycorrhizae*, Forest Research Laboratory, Corvallis, Or.

- PERRY, D.A. 1985b. The competition process in forest stands. In: Cannell, M.G.R. y J.E. Jackson (Eds.). *Attributes from trees as crop plants*. Institute of Terrestrial Ecology. Hunts.
- PERRY, D.A., and C. CHOQUETTE. 1987. Allelopathic *effects on mycorrhizae*: Influence of structure and dynamics of forest *ecosystems*. In: Waller, G.R. (Ed.). *Allelochemicals; Role in agriculture and forestry*. ACS Symposium Series 330, American Chemical Society, D.C.
- PERRY, D.A., M.P. AMARANTHUS, J.G. BORCHERS and R. E. BRAINERD. 1989. Bootstrapping in ecosystems. *BioSciences* 39: 230-237.
- PETERS, C. M. 1994. Sustainable harvest of non-timber plant resources in tropical moist forest: An ecological primer. Biodiversity Support Program, Publication Brief, October 1994. Washington, DC.
- PETERSEN, R.H. 1971a. *The Genera Gomphus and Gloeocantharellus in North America*. Cramer, Lehre.
- PETERSEN, R.H. 1971b. *Ramaria* subgenus *Lentoramaria* with emphasis on North American Taxa. Cramer, Vaduz.
- PETERSEN, R.H. 1981. *Ramaria* subgenus *Echinoramaria*. Cramer, Vaduz.
- PRITCHETT, W. L. 1991. Suelos forestales: Propiedades, conservación y mejoramiento. Traducido por J. Hurtado V. Limusa. México.
- QUANTIN, P. 1992. Etude des sols volcaniques indurés "Tepetates des Bassins de Mexico et de Tlaxcala", en vue de leur réhabilitation agricole. Rapport scientifique final N TS2-A212.C, 77pp.
- REICHLER, D.E., R.A. GOLDSTEIN, R.I. van HOOK and G.J. DODSON. 1973. Analysis of insect consumption in a forest canopy. *Ecology* 54: 1076-1084.
- REMACLE, J. 1981. The impact of fungi on environmental biogeochemistry. In: Wicklow, D. F. y G.C. Carroil (Eds.). *The fungal community: its organization and role in ecosystems*. Marcel Decker, New York.
- RICHARDSON, M.J. 1970. Studies on *Russula emetica* and other agarics in a Scots pine plantation. *Trans. gr. mycol. Soc.* 55 (2y): 217-229.
- RODRÍGUEZ--SCHERZER, G. y L. GUZMÁN-DÁVALOS. 1984. Los hongos (Macromicetos) de las reservas de la biosfera de la Michilia y Mapimí, Durango. *Bol. Soc.Mex.Mic.* 19:159-168.
- SÁNCHEZ-RAMÍREZ, R. 1982. Evaluación de la producción de hongos comestibles (*Russula brevipes*) en una plantación de pinos en Michoacán. (Resúmenes) 1 Congreso Nacional de Micología, Xalapa.
- SANDS, R., E. L. GREACEN and C. J. GERARD. 1979. Compaction of sandy soils in radiata pine forests. I. A penetrometer study. *Aust. J. Soil Res.* 17: 101-113.
- SARUKHÁN, J., J. SOBERÓN y J. LARSON. 1993. La diversidad de México, patrimonio de la humanidad. *La Jornada Ecológica*, número 22, jueves 10 de junio: 1-3.

SAS INSTITUTE. 1982. SAS users "s guide. SAS Institute Inc., Raleigh.

SMITH, A.H. and H.D. THIERS. 1964. A contribution toward a monograph of north american *species of Suillus*. *Smith y Thiers*, Ann Arbor.

SOANE, B. D. 1990. The role of organic matter in soil compactibility. A review of some practica; aspects. *Soil Tillage Res.* 16: 179-201.

SPP. 1981. Síntesis Geográfica del Estado de México. Secretaría de Programación y Presupuesto. Coordinación General de Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática, México, D. F.

STATES, J. 5. 1981. Useful criteria in *the* description of fungal communités. *In: Wicklow, D.T. y G.C. Carrojj* (Eds.i. *The fungal community: Its organization and role in ecosystems*. Marcel Decker, New York.

SUTTON. R. F. 1991. Soil properties and root development in forest trees: A review, Information Report 0-X-41 3. Forestry Canada.

SWIFT, M.J. 1982. Basidiomycetes as components of forest ecosystems. *In: Frankland, J.C., J.H. Hedger y M.J. Swift* (Eds.). *Decomposer basidiomycetes:*

Their biology and ecology. Cambridge University Press, Cambridge.

THOMPSON, P. J., I. J. JANSEN and C. L. HOOKS. 1987. Penetrometer resistance and bulk density as parameters for predicting root system performance in mine soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51: 1288-1293.

THIND, K.S. 1961. *The Clavariaceae of India*. ICAR, New Delhi.

TOLEDO, V.M. 1990. La perspectiva etnoecológica: Cinco reflexiones acerca de las "ciencias campesinas" sobre la naturaleza con especial referencia a México.

Ciencias 4 (No. especial): 22-29.

TOLEDO, V.M. J. CARABIAS, C. MAPES y C. TOLEDO. 1985. *Ecología y autosuficiencia alimentaria*. Siglo XXI, México, D.F.

TORRES-ROJO y MORENO-SÁNCHEZ. 1992. Aspectos económicos del manejo integral forestal. /n: Arteaga-Martínez, B. (Ed.). *Memoria Primer Foro Nacional sobre Manejo Integral Forestal*, Chapingo, Edo. de México.

VILLARREAL, L. 1993. Diversidad de hongos comestibles, aprovechamiento y conservación de poblaciones silvestres en México. (Memorias), 1 Reunión Internacional y IV Nacional sobre recursos fitogenéticos: Cultivos Potenciales, Montecillo, Edo. de México.

VILLARREAL, L. 1994. Análisis ecológico-silvícola de la productividad natural de hongos comestibles silvestres en los bosques del Cofre de Perote, Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.

VILLARREAL, L. 1995. Los hongos comestibles, una alternativa para el manejo integral de los bosques. *In: Alternativas al manejo de laderas en Veracruz*. SEMARNAPIFriedrich Evert Stiftung, México, D.F.

- VILLARREAL, L. y J. PÉREZ-MORENO. 1989a. Los hongos comestibles silvestres de México, un enfoque integral. *Mico!. Neotrop. Apl. 2: 77-114.*
- VILLARREAL, L. y J. PÉREZ-MORENO. 1989b. Aprovechamiento y conservación del "matsutake americano" (*Tricholoma magnivelare*) en los bosques de México. *Mico!. Neotrop. Apl. 2: 131-144.*
- VILLARREAL, L., C. RODRÍGUEZ-FRANCO y A. TRINIDAD-SANTOS. 1992. Los hongos comestibles silvestres: Una alternativa para la sostenibilidad de los bosques en México. (Memorias), II Simposio y 1 Reunión Nacional sobre agricultura sostenible, Guadalajara, Jalisco.
- VILLARREAL, L. and A. GÓMEZ. 1994. Productivity of wild edible mushrooms in a neotropical coniferous forest of México. Proceedings, 15 th World Congress of Soil Science. Volume 4b: 81-82. Acapulco, Guerrero.
- VOGT, K.A., C.C. GRIER, C.E. MEIER and R.L. EDMONDS. 1982. Mycorrhizal role in net primary production and nutrient cycling in *Abies amabilis* ecosystem in western Washington. *Ecology* 63 (2): 370-380.
- WAID, S.J. 1968. Physiological and biochemical adjustment of fungi; to their environment. /n: Ainsworth, G.C. y A.S. Sussman (Eds.). The fungi, an advanced treatise, vol. III: The fungal population. Academic Press, New York.
- WÄSTERLUND, I. and T. INGELÓG. 1980. Fruit body production of larger fungi in some young swedish forests with special reference to logging waste. *Forest Ecology and Management* 3: 269-294.
- WIDDEN, P. 1981. Patterns of phenology among fungal populations. In: Wicklow, D.F. y G.C. Carroll (Eds.). The fungal community: its organization and role in ecosystems. Marcel Decker, New York.
- WILCOX, B.A. 1992. Defining sustainable development. *Environ. Technol.* 26 (10): 1902.
- WILKINS, W.H. and G.H. HARRIS. 1946. The ecology of the larger fungi. V. An investigation into the influence of rainfall and temperatura on the seasonal production of fungi in a beechwood and a pinewood. *Ann. Appl. Biol.* 33 (2): 179-188.
- WRONSKI, E. B. and G. MURPHY. 1994. Responses of forest crops to soil compaction. In: B. D. Soane and C. van Ouwerkerk (Eds.). Soil compaction in crop production. Elsevier Science B.V. pp. 317-342.
- ZAMORA-MARTÍNEZ, M.C. and C. NIETO DE PASCUAL-POLA. 1995. Natural production of wild edible mushrooms in the southwestern rural territory of Mexico City, Mexico. *Forest Ecology and Management* 72:13-20.