MICOCENOSIS DEL PARQUE NACIONAL BARRANCA DE LCUPATITZIO, MÉXICO

Víctor
Manuel
Gómez
Reyes

2014

universidad de león

Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental
Área de Botánica

MICOCENOSIS DEL PARQUE NACIONAL BARRANCA DEL CUPATITZIO, MÉXICO

Víctor Manuel Gómez Reyes

Director de Tesis:
Dr. Arsenio Terrón Alfonso
León, España, 2014

MEMORIA DE TESIS DOCTORAL

MICOCENOSIS DEL PARQUE NACIONAL BARRANCA DE CUPATITZIO, MÉXICO

Mycocenosis in the National Park Barranca del Cupatitzio, Mexico

Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental
Área de Botánica

Víctor Manuel Gómez Reyes

Director de Tesis:
Dr. Arsenio Terrón Alfonso

León, España, 2014

universidad de león

Estudios de Doctorado

INFORME DEL DIRECTOR DE LA TESIS
(R.D. 99/2011, de 28 de enero y Normativa de la ULE)

El Dr. D. Arsenio Terrón Alfonso como Director de la Tesis Doctoral titulada "Micocenosis del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, México" realizada por D. Víctor Manuel Gómez Reyes en el programa de doctorado Biología Animal y Vegetal, informa favorablemente el depósito de la misma, dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo que firmo, en León a 24 de noviembre de 2014

_____

Dr. Arsenio Terrón Alfonso

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

El autor agradece a las instituciones que financiaron los estudios de doctorado a través de la beca otorgada por la Fundación Carolina, Secretaría de Relaciones Exteriores de los Estados Unidos Mexicanos y la Universidad de León.

Asimismo, se reconoce el apoyo de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en particular a la Facultad de Biología por otorgar las autorizaciones para realizar las repetidas estancias en la Universidad de León.

Por último, se agradece al Patronato del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio A.C. por autrizar y facilitar la realización del trabajo de campo en el área natural.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

La presente memoria doctoral es un trabajo donde muchas personas han colaborado, tanto directa como indirectamente. Para todos GRACIAS.

Alba, gracias por tu amor, paciencia y comprensión, preferiste sacrificar tu tiempo para que pudiera cumplir mi sueño. Por haber estado a mi lado en todos estos años, ahora puedo decir que esta tesis lleva mucho de ti.

A mis padres. Con todo mi cariño y mi amor que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, a ustedes por siempre mi agradecimiento.

Arsenio, asesor y amigo, te agradezco todo lo que hiciste, porque de no haber confiado en mí, esto no hubiera sido posible. Al área de Botánica del Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental de la Ule, a todos los que están, los que estuvieron y me tocó convivir: académicos, becarios, amigos todos. Gracias por brindarme su amistad y hacerme sentir como en casa, por los momentos tan agradables que pasamos.

A los miembros del tribunal por aceptar formar parte de este esfuerzo y estar en la culminación del trabajo. Gracias.

A mis maestros, en especial a Marlene Gómez Peralta y Xavier Madrigal Sánchez, gracias por su apoyo, lecciones y experiencias, a todos y cada uno de ellos les dedico estas páginas. Al personal del Herbario EBUM y a mi Facultad de Biología-UMSNH. Gracias.

A esas personas que han dejado huella, un poco o mucho, en mi vida; que siempre estuvieron listas para brindarme toda su ayuda, ahora me toca reconocer todo lo inmenso que me han otorgado.

GRACIAS

Índice

1. Introducción general 9
1.1 Literatura citada 16
2. Área de estudio 19
2.1 Antecedentes históricos del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio 19
2.2 Antecedentes biológicos 19
2.3 Descripción del área de estudio 21
2.4 Literatura citada 31
3. Inventario de macromicetos del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio 34
3.1 Introducción 34
3.2 Antecedentes 36
3.3 Objetivos 39
3.3.1 Objetivo general 39
3.3.2 Objetivos particulares 39
3.4 Materiales y métodos 40
3.5 Resultados 41
3.6 Discusión 48
3.7 Conclusiones 52
3.8 Literatura citada 53
Anexo 3.1. Ordenación sistemática 58
Anexo fotográfico 70
4. Riqueza, diversidad y estructura de la comunidad de macromicetos 75
4.1 Introducción 75
4.2 Antecedentes 77
4.3 Objetivos 80
4.3.1 Objetivo general 80
4.3.2 Objetivos específicos 80
4.4 Materiales y métodos 81
4.4.1 Establecimiento de parcelas de muestreo 81
4.4.2 Recolecta de macromicetos 84
4.4.3 Determinación taxonómica 85
4.4.4 Riqueza y estimaciones de la riqueza de macromicetos 86
4.4.5 Abundancia y biomasa de macromicetos 86
4.4.6 Diversidad de macromicetos 87
4.4.7 Caracterización de la comunidad de macromicetos 89

4.4.8 Relación entre la riqueza de especies, diversidad, abundancia y biomasa de esporomas con respecto a los factores silvícola-ambientales 90
4.5 Resultados y discusión 91
4.5.1 Descripción de las parcelas de muestreo 91
4.5.2 Riqueza de especies 95
4.5.3 Abundancia y Biomasa de macromicetos 103
4.5.4 Relación entre la diversidad de macromicetos y las características silvícolas y ambientales 107
4.5.5 Caracterización de la comunidad de macromicetos 116
4.6 Conclusiones 126
4.7 Literatura citada 128
Anexo 4.1. Ordenación sistemática 134
Anexo 4.2. Numero de esporomas por especie y parcela (1 de 12). 145
Anexo 4.3. Biomasa de esporomas por especie y parcela 157
5. Composición de la comunidad de macromicetos antes y post-incendio 169
5.1 Introducción 169
5.2 Antecedentes 171
5.3 Objetivos 176
5.3.1 Objetivo general 176
5.3.2 Objetivos específicos 176
5.4 Materiales y métodos 177
5.5 Resultados y discusión 179
5.5.1 Caracterización de las parcelas 179
5.5.2 Riqueza y composición de especies en parcelas antes y post-incendio 183
5.6 Conclusiones 194
5.7 Literatura citada 195
Anexo 5.1 Ordenación sistemática 198
6. Estudio etnomicológico de la comunidad indígena de Capácuaro municipio de Uruapan, Michoacán, México 204
6.1 Introducción 204
6.2 Antecedentes 208
6.2.1 La etnomicología en México 208
6.2.2 Etnomicología en Michoacán 212
6.3 Objetivos 216
6.3.1 Objetivo general 216

6.3.2 Objetivos específicos 216
6.4 Área de estudio 217
6.4.1 Descripción física y biótica 217
6.4.2 Perfil socio-demográfico 219
6.5 Materiales y métodos 221
6.5.1 Recolecta de información etnomicológica 221
6.5.2 Recolecta de hongos 224
6.5.3 Valor de importancia cultural etnomicológica 225
6.6 Resultados 227
6.6.1 Riqueza de especies y nombres tradicionales 227
6.6.2 Importancia cultural de los hongos silvestres comestibles 229
6.6.3 Abundancia percibida durante los recorridos en campo 233
6.6.4 Comercialización de los Hongos Silvestres Comestibles 234
6.6.5 Índice de Importancia Cultural Etnomicológica 237
6.7 Discusión 239
6.8 Conclusiones 247
6.9 Literatura citada 248
Anexo 6.1 Cuestionario de información etnomicológica 254

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

1. Introducción general

México es uno de los 12 países llamados megadiversos, en su conjunto representan el 70% de la diversidad biológica del planeta (Mittermeier y Goettsch, 1992) por sí sólo, posee el 10-12% de plantas y animales (CONABIO, 2009). La diversidad biológica del país se debe principalmente a la situación geográfica, por la convergencia de la flora y fauna de diferente origen biogeográfico, en México confluyen las regiones biogeográficas neártica y neotropical, además presenta una compleja orografía y una alta hererogeneidad climática que permiten explicar, en parte, la riqueza y alto endemismo (Mittermeier y Goettsch, 1992). Por lo anterior, México tiene la obligación de conservar la riqueza biológica que posee, una estrategia es la creación de Áreas Naturales Protegidas (ANP), lugares que destacan por su alta biodiversidad, por ser ecosistemas clave o ser refugio de especies prioritarias.

En México, las ANP iniciaron con la creación de la Reserva Nacional el Desierto de los Leones decretada en 1876, con la finalidad de proteger el abastecimiento de agua a la Ciudad de México y como área recreativa, sin embargo, no se restringió el uso del suelo y el aprovechamiento forestal. En la década de los treinta, una de las políticas de conservación fue el impulso de los parques nacionales, principalmente en zonas templadas, para la década de los setenta comenzaron a surgir las Reservas de la Biosfera, con la finalidad de conservar la flora y fauna; en los años ochenta se contaba con el 1% de la superficie del país bajo algún esquema de conservación (Ordóñez y Flores, 1995); actualmente se administran 176 ANP de carácter federal, lo que representa más de 25 mil ha, que se clasifican en seis categorías (ver Tabla 1.1).

En el estado de Michoacán se ubican 48 ANP que abarcan el 1,66% de la superficie total, la cual corresponde a dos Reservas de la Biósfera, siete Parques Nacionales, una Zona Protectora de Flora y Fauna, tres Zonas de Conservación Ecológica, seis Parques Urbanos y 29 Zonas Protectoras Federales; de las anteriores, 30 ANP corresponden a bosques templados como son los bosques de oyamel, pino, pino-encino y encino (COFOM, 2001).

Tabla 1.1. Clasificación y superficie de las Áreas Naturales Protegidas de México.

Número de ANP	Categoría	Superficie en ha
41	Reservas de la Biosfera	12652787
67	Parques Nacionales	1445301
5	Monumentos Naturales	16268
8	Áreas de Protección de Recursos Naturales	4440078
37	Áreas de Protección de Flora y Fauna	6687284
18	Santuarios	146254
Total= 176		Total= 25387972

Fuente: CONANP, 2013.

En estos bosques templados se alberga una alta biodiversidad de plantas, animales y hongos, estos últimos juegan un papel importante en el mantenimiento de los mismos. En México, estos bosques albergan la mayor riqueza de pinos con 55 especies (85% de las cuales son endémicas de México), y de encinos con 138 especies (son los segundos más diversos del mundo, pues 70% de sus especies les son endémicas) (Mittermeier y Goettsch 1992).

Además, México no sólo es un país con alta diversidad biológica, sino también cultural. En el país existen más de 60 grupos indígenas, en su mayoría, localizados en zonas con alta biodiversidad, como los bosques templados, donde estos grupos hacen usos de los recursos naturales, como plantas, frutos, semillas, fauna y por supuesto los hongos silvestres comestibles.

Los hongos son organismos eucarióticos, heterótrofos, se alimentan por absorción y su talo es filamentoso, el cual está cubierto por una pared celular compuesta por polisacáridos, principalmente quitina y glucanos. Estos organismos, de acuerdo con Hawksworth (2001) se estiman entre 1,5 y 2,5 millones de especies conociéndose entre el 4 y 6%; en México se calculan 200000 especies de hongos de las cuales se conoce el 3,5% (Guzmán, 1998) y la mayoría de ellas se han descrito en los últimos 40 años.

Para el estado de Michoacán se tienen reportadas 652 especies de macromicetos, de los Phyllum Basidiomycota y Ascomycota, esta cifra proviene de la colección de macromicetos

del Herbario de la Facultad de Biología (EBUM) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, listados inéditos provenientes de exposiciones de hongos de los alrededores de Morelia, información de la base de datos de la Comisión Nacional para el Uso y la Conservación de la Biodiversidad (CONABIO) y artículos científicos. Sólo se han realizado recolectas en 30 de los 113 municipios, en su mayoría, las recolectas se concentran en zonas templadas (Gómez-Peralta y Gómez-Reyes, 2005).

Los hongos macroscópicos se han definido como aquellas especies que presentan estructuras reproductoras visibles a simple vista, la mayoría pertenecen a los Phyllum Ascomycota y Basidiomycota, integrantes que forman esporomas carnosos, cartilaginosos, corchosos o leñosos, tanto epigeos como hipogeos. Estos organismos son de gran importancia por su función ecológica, cultural, económica y alimenticia en las comunidades rurales que se ubican en las zonas boscosas.

El papel ecológico de los hongos está relacionado con los grupos tróficos. Los hongos saprófitos tienen la capacidad de degradar la materia orgánica, la cual utiilizan como fuente de carbono y junto con las bacterias son los principales organismos que intervienen en el reciclaje de nutrientes, los cuales al descomponer y mineralizar la materia orgánica liberan minerales como N, P, K, entre otros, además que volatilizan C, H y O a la atmósfera. Asimismo, tienen la capacidad de capturar y retener gran cantidad de nutrientes, lo cual evita que se pierdan por lixiviación, liberándolos gradualmente al medio.

Los hongos parásitos se nutren de los tejidos de su huesped causando la muerte, el papel ecológico de estos hongos es muy importante ya que regulan las poblaciones de vegetales y animales, evitan la propagación de enfermedades, incrementan la diversidad biológica y de hábitats, son capaces de modificar estructuralmente una población vegetal e incluso se les ha comparado con los grandes depredadores animales por la importancia de su función dentro de los ecosistemas.

Entre las simbiosis fúngicas se encuentran los hongos endófitos, se caracterizan por una interacción entre planta-hongo sin causar algún daño, la relación es asintomática; la planta

provee de alimento, hospedaje y protección, mientras que los hongos confieren de un potencial adaptativo a las plantas contra cambios ambientales, así como una mayor tolerancia a la sequía, metales pesados, organismos patógenos, entre otras (Arnold *et al*., 2003). Los hongos liquenizados (líquenes) son asociaciones entre hongos y algas verdes o cianobacterias, estas últimas tienen la función de realizar fotosíntesis para proveer de alimento al hongo, mientras que el hongo protege al fitobionte y se encarga de absorber el agua. Otra asociación simbiótica son las micorrizas, término utilizado por Frank (1885), y consiste en la asociación entre las raíces de una planta con las hifas de un hongo, esta relación es tan abundante entre las plantas que se estima que entre el 85 y 95% de ellas la presentan (Hawksworth, 1991; Smith y Read, 1997; Trappe, 1977, 1987). Por parte de los hongos se calculan 6000 especies que recurren a esta estrategia (Smith y Read, 1997). La formación de la simbiosis no sólo comprende la presencia de ambos organismos, sino que existan las condiciones micro y macroambientales adecuadas, incluyendo factores físicos, químicos y biológicos como temperatura y pH (Francis y Read, 1994).

Smith y Read (1997) dividen en siete grandes grupos las micorrizas considerando las estructuras que se forman en la simbiosis y el grado de penetración del hongo en la raíz del huésped: micorrizas arbusculares, ectomicorrizas, ectendomicorrizas, micorrizas ericoides, arbutroides, monotropoides y orquideoides.

En los ecosistemas templados la simbiosis ectomicorrícica, término propuesto por Peyronel *et al.* (1969), es fundamental en el funcionamiento de los bosques. La diversidad ectomicorrícica se encuentra ampliamente distribuida en los bosques boreales y templados del planeta estimándose la aparición en el Silúrico, junto con las primeras plantas terrestres, hace 400 millones de años (Allen, 1991). Se considera que existen 5000 especies de hongos ectomicorrízicos, la mayoría perteneciente al Phyllun Basidiomycota, con las familias representativas Amanitaceae, Boletaceae, Gomphydaceae, Russulaceae y Paxilaceae; los fitobiontes o plantas vasculares, con las que se asocian estos hongos, se estiman en 2000 especies, tanto de angiospermas como de gimnospermas, principalmente de familias de importancia forestal como son Pinaceae, Fagaceae y Betulaceae (Newton y Haigh, 1998).

En esta simbiosis, el hongo cubre las raíces cortas formando un manto o vaina, las hifas crecen desde el manto hacia afuera del sustrato y dentro entre los espacios intersticiales de las células corticales de la raíz, forman un complejo sistema intercelular denominado Red de Hartig, por lo que en la ectomicorriza se distinguen tres estructuras principales: a) El manto fúngico; b) Red de Hartig; c) El micelio externo vegetativo, que emerge a partir de las raíces (Pérez-Moreno, 2002).

La simbiosis ectomicorrícica (ECM) se considera una asociación mutualista, debido a que ambas partes reciben beneficio, aunque en muchos casos es obligada; los micobiontes, por ser organismos heterótrofos, requieren de compuestos de carbono, como son los carbohidratos que se les transfiere por medio de exudados radicales y los fitobiontes además le proporcionan fitohormonas (citocinas) de crecimiento que influyen en el desarrollo de los micobiontes.

Otros beneficios que reciben los micobiontes de los fitobiontes son vitaminas y ácidos grasos, por su parte, el micobionte le aporta al fitobionte el transporte de nutrientes, especialmente de nitrógeno y fósforo, además absorben potasio, calcio, magnesio, hierro e incrementa la captación de agua (Harley y Smith, 1983), y proporcionan protección contra patógenos.

Zak (1964) propone cuatro mecanismos en la protección de la raíz: 1) al consumir la ectomicorriza el excedente de carbohidratos, reduce el atractivo de la raíz a los patógenos; 2) el manto sirve como barrera física a la infección; 3) secreta antibióticos inhibidores a los patógenos; 4) favorece junto a la raíz, el crecimiento de organismos en la rizosfera, que son inhibidores de patógenos; también se tiene comprobado que la ectomicorriza incrementa la longevidad de la raíz, debido a la reducción en la respiración de las raíces (Marshall y Perry, 1987). Por lo anterior, las ectomicorrizas son ecológicamente importantes en los ecosistemas terrestres y especialmente en los bosques templados.

La presente tesis doctoral sa ha estructurado en cuatro capítulos, los temas que se abordan son: el estudio de la riqueza, diversidad y estructura de las comunidades de macromicetos en bosques de pino y pino-encino y el conocimiento tradicional del uso de los hongos silvestres

comestibles; la primera temática se realizó en el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, mientras que el segundo tema se llevó acabo en la comunidad indígena de Capácuaro de origen purépecha, ambos estudios dentro del municipio de Urupan que pertenecen al estado de Michoacán en México.

El primer capítulo es un inventario de macromicetos, se registran 276 taxones, epigeos e hipogeos, que fueron recolectados durante tres años de muestreo mediante recorridos intensivos, además se incluyen taxones de hongos pirófilos de dos incendios ocurridos en 2009 y en 2010. Se considera que hay 43 nuevos registros para esta entidad, de los cuales 19 son nuevos reportes para el país. En cuanto a los usos, se registraron 80 especies comestibles, de las cuales 35 se consumen localmente. La contribución del estudio, ubica al estado de Michoacán como la quinta entidad con mayor número de registros de macromicetos y al Paque Nacional Barranca del Cupatitzio (PNBC) como la segunda ANP mejor conocida, detrás de la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca que tiene registradas más de 300 especies.

El segundo capítulo es un estudio donde se caracterizó la comunidad de macromicetos epigeos, para el cual se monitorearon 24 parcelas permanentes durante tres años consecutivos, se recolectaron los esporomas de macromicetos, se registran 211 taxones; se utilizaron distintos estimadores de riqueza con la finalidad de concoer el esfuerzo de muestreo, de acuerdo a ICE y Chao2 se estima del 70 al 73,5% de las especies fueron muestreadas. En relación a la abundacia y biomasa de las especies, se contabilizó que el 90% de la producción total de esporomas es aportada por el 25% de las especies (53 especies); por sí sólo, *Gymnopus confluens* contribuye con el 19,87% (2289 basidiomas), mientras que en biomasa, cinco especies contribuyen con el 34,3% del total. Se correlacionó la abundancia, biomasa de esporomas, riqueza y diversidad de especies con factores silvícolas y ambientales; se encontró que la cobertura del estrato arbustivo y la altitud presentaron correlaciones positivas y significativas. Por último, se caracterizó la comunidad de macromicetos usando el Índice de Importancia Relativa que describe la dominancia de las poblaciones dentro de la comunidad, donde se encontró que tres especies son las dominantes,

dos de ellas saprobias *Gymnopus confluens* y *Rhodocollybia butyracea*, y una ectomicorrícica *Laccaria laccata*.

En el tercer capítulo, se analizó la comunidad de macromicetos asociados a sitios post-incendio; los incendios (naturales y provocados) son una de las amenazas más importantes que afecta a los bosques y selvas en México. En 2009 y 2010 se quemaron aproximadamente 70 ha del PNBC. Se muestrearon tres parcelas antes y después del incendio, se registraron 81 taxones, de los cuales 10 se consideran especies pirófilas, se encontró que no existen diferencias significativas en relación a la riqueza de especies antes, post-incendio y dos años posteriores al incendio, sin embargo, se encontraron diferencias en la composición de especies antes, post-incendio y al segundo año post-incendio, además se concluye que la composición de especies en un indicador de la intensidad y efectos del incendio sobre las comunidades de macromicetos.

El último capítulo es un estudio etnomicológico, se desarrolló en la comunidad indígena de Capácuaro, la cual se ubica a 15 km de la ciudad de Uruapan, se realizaron encuestas, entrevistas, talleres participativos y trabajo de campo con personas que se dedican a la recolecta de hongos silvestres comestibles (HSC), se repotan 23 especies comestibles que corresponden a 13 nombres comunes, los nombres hacen referencia a la forma o alguna otra característica del esporoma. Se encontró que dentro del núcleo familiar es donde se adquiere el conocimiento de los HSC, con los resultados de las encuestas y trabajo de campo se generó un índice de importancia cultural etnomicológica, donde las Paxacuas (*Lyophyllum decastes* y *L. loricatum*), Chalamaxi (*Hypomyces lactifluorum* e *H. macrosporus*) y Kukúchicua (*Amanita caesarea*), obtuvieron más de 20 unidades de 30 posibles. Se encontró que los HSC son relevantes en la cultura gastronómica y lingüística de la comunidad de Capácuaro.

1.1 Literatura citada

Allen, M., 1991. *The ecology of micorrhiza*. Cambridge University Press. USA. 200 pp.

Arnold, E., L.C. Mejía, D. Kyllo, E.I. Rojas, Z. Maynard, N. Robbins, E. Allen-Herre, 2003. Fungal endophytes limit pathogen damage in a tropical tree. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100 (26): 15649-15654.

Comisión Forestal del Estado de Michoacán (COFOM), 2001. *Inventario Forestal Estatal*. Gobierno del Estado de Michoacán. México. 107 pp.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), 2013. Disponible en: http://www.conanp.gob.mx/anp/anp.php. (Fecha de ingreso: marzo de 2013).

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 2009. Disponible en: http://www.biodiversidad.gob.mx. (Fecha de ingreso: marzo de 2009).

Francis, R. y D.J. Read, 1994. The contribution of mycorrhizal fungi to the determination of plant community structure. *Plant and Soil*, 159: 11-25.

Frank B., 1885. Ueber die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser Bäume durch unterirdische Pilze. *Baerichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft,* 3: 128-145.

Gómez-Peralta, M. y V.M. Gómez-Reyes, 2005. Hongos y Líquenes. En: Villaseñor, L. (ed.). *La biodiversidad en Michoacán: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. Pp. 64-66.

Guzmán, G., 1998. Inventorying the fungi of Mexico. *Biodiversity and Conservation,* 7: 369-384.

Harley, J.L. y S.E. Smith, 1983. *Micorrhizal symbiosis*. Academic Press. London. 605 pp.

Hawksworth, D.L., 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance and conservation. *Mycological Research*, 95(6): 641-655.

Hawksworth, D.L., 2001. The magnitude of fungal diversity: The 1.5 million species estimates revisited. *Mycological Research*, 105: 1422-1432.

Marshall, J.D. y D.A. Perry, 1987. Basal and maintenance respiration of micorrhizal and nomicorrhizal root systems of conifers. *Canadian Journal of Forest Research*, 15: 872-877.

Mittermeier, R. y C. Goettsch, 1992. La importancia de la diversidad biológica en México. En: Sarukán, J. y R. Dirzo (eds.). *México ante los retos de la biodiversidad*. CONABIO. México. Pp. 57-62.

Newton, A.C. y J.M. Haigh, 1998. Diversity of ectomycorrhizal fungi in Britain: a test of the species-area relationship, and the role of host specificity. *New Phytologist*, 138: 619-627.

Ordóñez, M.J. y O. Flores, 1995. *Áreas Naturales Protegidas*. Ed. Pronatura. México. 115 pp.

Pérez-Moreno, J., 2002. Aspectos fisiológicos y ecológicos de la simbiosis ectomicorrízica y fuentes utilizadas en la producción de inoculantes forestales. En: Pérez-Moreno, J., J. Alvarado-López y R. Ferrera-Cerrato (eds.). *Producción y control de calidad inoculantes agrícolas y forestales*. Comité Mexicano de Inoculantes Agrícolas y Forestales, Colegio de Postgraduados, INIFAP, CIRCE, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. México. Pp. 47-66.

Peyronel, B., B. Fassi, A. Fontana y J.M. Trappe, 1969. Terminology of micorrhizae. *Micologia*, 61: 410-411.

Smith, S.E. y D.J. Read, 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic press. London, UK. 605 pp.

Trappe, J.M., 1977. Selection of fungi for ectomycorrhizal inoculation in nurseries. *Annual Review of Phytopathology*, 15: 203-222.

Trappe, J.M., 1987. Phylogenetic and ecologic aspects of mycotrophy in the angiosperms from an evolutionary standpoint. En: Safir, G.R. (ed.). *Ecophysioloy of VA mycorrhizal plants*. CRC Press. Boca Ratton, Florida. Pp. 5-25.

Zak, B., 1964. Rool of micorrhizae in root disease. *Annual Review of Phytopathology*, 2: 377-392.

2. ÁREA DE ESTUDIO

2. Área de estudio

2.1 Antecedentes históricos del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio

El Parque Nacional Barranca del Cupatitzio (PNBC) fue creado por Decreto Presidencial el 2 de noviembre de 1938 por el Presidente de la República el General Lázaro Cárdenas del Río. El Parque contaba con una superficie de 560 ha de vegetación de bosque pino-encino, de pino y algunas cañadas con bosque mesófilo de montaña (Márquez y Escobar, 2000).

Durante la década de los cincuenta, los terrenos fueron invadidos, una superficie de 89 ha, para el establecimiento de asentamientos humanos, posteriormente, los terrenos fueron desincorporadas por Decreto Presidencial el 1 de agosto de 1996 (*op cit*.), por tal motivo, el PNBC quedó dividido en dos secciones: la sección oriente o área de río con una superficie de 19 ha, se encuentra administrada por un Patronato desde 1979, siempre bajo un esquema recreativo, debido a su belleza escénica (ver Figura 2.1); la sección poniente o área de montaña, con superficie de 452 ha, estuvo a cargo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) desde 1962 hasta el año 2000, cuando fue transferida para su administración al Patronato del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, A. C., en la actualidad se maneja bajo un esquema de ecoturismo, conservación e investigación (ver Figura 2.2).

2.2 Antecedentes biológicos

El área de montaña presenta una vegetación de bosque de pino-encino y en algunas cañadas se encuentran algunos elementos del bosque mesófilo de montaña. Durante la época que estuvo a cargo del INIFAP se realizaron varias investigaciones experimentales por lo que en la zona se encuentran huertos de aguacate, plantaciones de pinos no nativos para la zona y eucaliptos. Además se realizaron inventarios de flora y fauna.

Figura 2.1. Área de río del Parque Nacional Barrana del Cupatitzio.

Figura 2.2. Área de montaña del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio.

Entre los trabajos más relevantes para el área de montaña del PNBC se encuentra el de Orduña *et al.* (1993), quienes registran 68 especies de aves y 37 de mamíferos, de los cuales ocho especies de aves se aprovechan en la región como canoras y de ornato. En cuanto a la flora, Bello y Madrigal-Sánchez (1996) publican un estudio florístico de los recursos vegetales, registrándose 198 especies, donde destacan siete especies de *Pinus* y cinco de *Quercus*.

Con la transferencia del Campo Experimental Barranca del Cupatitzio al Patronato del Parque Nacional en 2000, se realizó un estudio de la flora y fauna, donde los autores registraron 337 especies de plantas vasculares nativas y 70 especies de plantas introducidas, 114 especies de aves, 11 de mamíferos y tres especies de reptiles (Ontiveros-Alvarado *et al*., 2000).

Cabe destacar que los estudios micológicos en el área son escasos, corresponden solamente a los realizados por Sánchez (1980, 1982). En el primero, el autor elaboró un listado de 35 especies ectomicorrícicas en relación con las coníferas de la Meseta Tarasca, además hace la observación de que los hongos fueron escasos en sitios con suelos arcillosos y poca materia orgánica; en el segundo trabajo, se evaluó la producción natural de *Russula brevipes* en una plantación de *Pinus pseudostrobus*. Posteriormente, Gómez-Reyes en 2005, reporta la diversidad de hongos ectomicorrízicos mediante la evaluación de biomasa de los esporomas en ochos parcelas de 0,1 ha, registra 50 especies de hongos ectomicorrízicos con una biomasa total de 1,29 kg y resalta la importancia de siete especies que contribuyeron con el 67,8% de la biomasa total.

2.3 Descripción del área de estudio

El área de estudio se ubica en el estado de Michoacán, México, siendo una de las 32 entidades federativas del país. La superficie territorial corresponde a más de 58 Millones ha, que representa el 3% de la superficie del país. Se encuentra ubicado entre las coordenadas 17º 55' y 20º 24' de latitud norte, y las coordenadas 100º 04' y 103º 44' de longitud oeste.

El Parque Nacional Barranca del Cupatitzio (PNBC) se sitúa en el municipio de Urupan, al Centro Occidente de la entidad, aproximadamente a 130 km de la ciudad de Morelia, capital del Estado. El parque está dividido en dos secciones: una denominada área de río con una superficie de 19,66 ha, mientras que la segunda sección denominada área de montaña con una superficie de 452 ha, esta última corresponde al área de estudio de la presente memoria doctoral (ver Figura 2.3).

El área se localiza en la provincia denominada Eje Neovolcánico o con el nombre actual de Faja Volcánica Transmexicana, es un conjunto de cordilleras de volcanes alineados sobre una franja que cruza el territorio mexicano de oeste a este, se caracteriza por sus bosques de pino, pino-encino, oyamel y mesófilo de montaña; el parque se ubica en la porción sur denominada Subprovincia Sierra Purhépecha, la cual se caracteriza por un vulcanismo reciente (Plioceno-Cuaternario), lo cual tiene marcado el paisaje (ver Figura 2.4).

La subprovincia se caracteriza por la presencia de un gran número de aparatos volcánicos (conos cineríticos). En general los suelos son jóvenes, se formaron de manera residual, en su mayoría lo hicieron a partir de cenizas volcánicas producto de las erupciones más recientes en el periodo Cuaternario y también de rocas basálticas, tobas, brechas y andesitas. Más de la mitad son suelos profundos, en algunos casos pedregosos y gravosos; la cuarta parte son suelos delgados y en menos proporción están los someros.

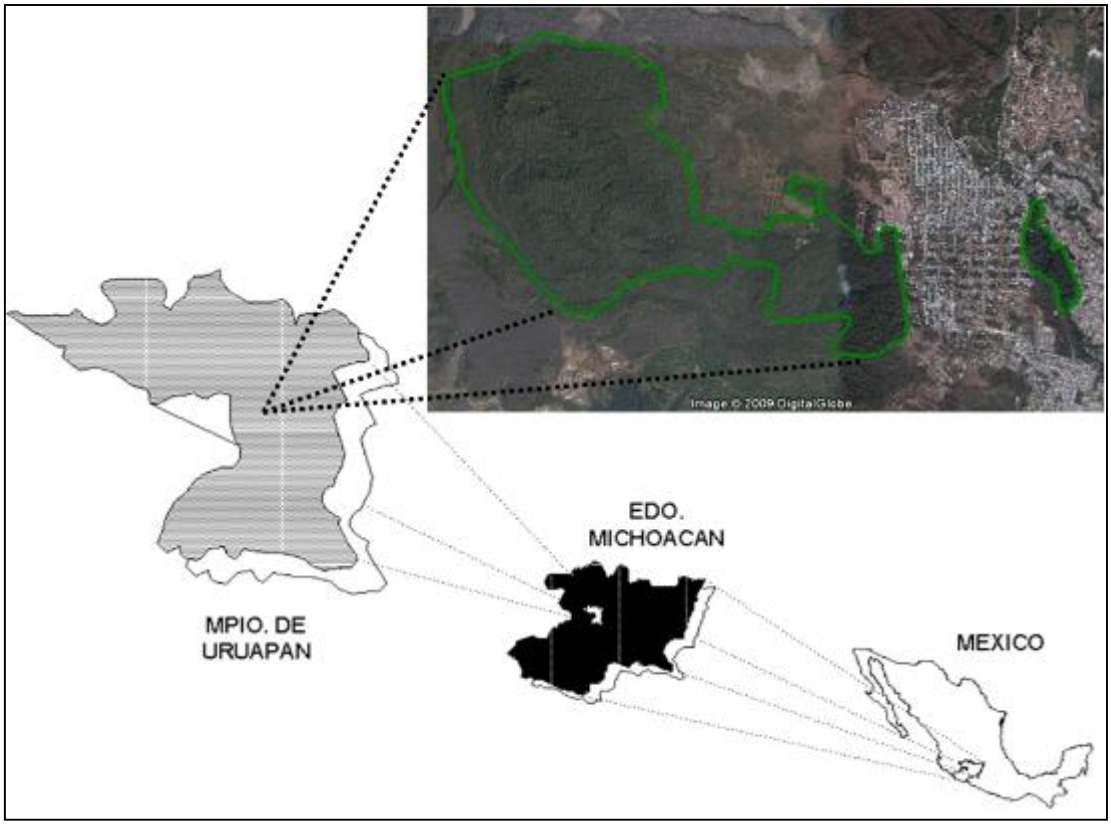


Figura 2.3. Ubicación geográfica del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Uruapan, Michoacán, México. Fuente: INEGI, 2009.

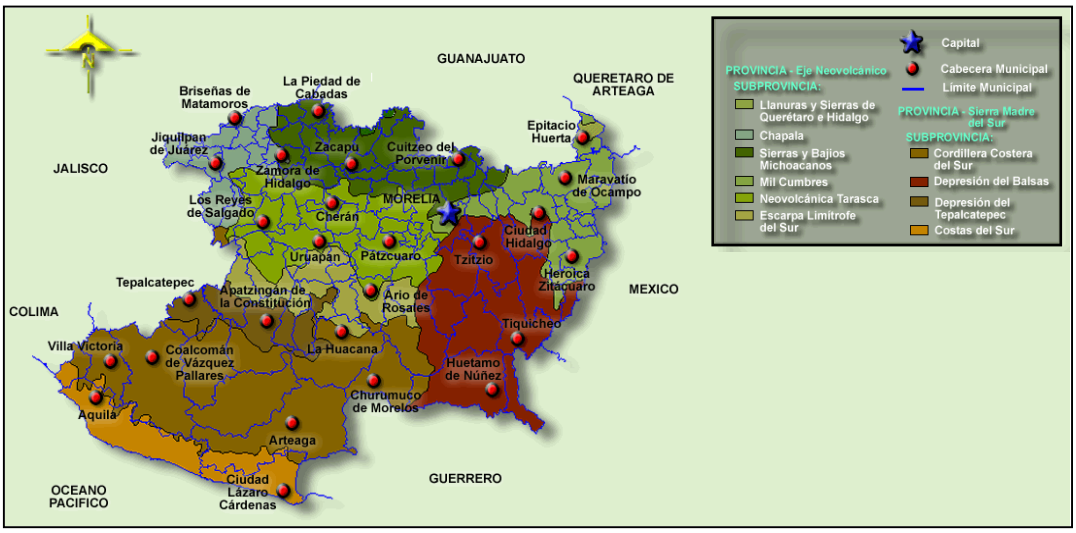


Figura 2.4. Subprovincias fisiográficas del estado de Michoacán, México. Fuente: INEGI, 2009.

El área de estudio presenta altitudes que oscilan desde 1690 m, en el acceso al área de montaña, hasta los puntos más altos que corresponden al Cerro el Chiquito con 2136 m y loma larga con 2057 m (Gómez-Tagle, 1985) (ver Figura 2.5).

La formación geomorfológica del área corresponde al Cenozoico Superior, cuando se originó la Faja Volcánica Transmexicana dominado por materiales ígneos, datos de geología superficial muestran rocas basálticas como materiales sueltos piroplásticos que provienen de la erupción de volcanes, encontrándose que los últimos aportes fueron del volcán Parícutin entre 1943-1952 (Demant *et al*., 1976).

Los materiales geológicos identificados en el área están representados por cenizas volcánicas en distintos grados de alteración con fragmentos de tamaño reducido que dan la apariencia de arena gruesa, arenas finas y gruesas con material vítrico, roca basáltica en forma de derrames ocurridos en diferentes periodos, limos y arcillas en poca cantidad (Gómez-Tagle, 1985).

Dada la morfología, la disposición en el terreno, el área adoptó un patrón irregular en el que los derrames de lava ocupan principalmente la periferia del área de montaña, mientras que en su interior hay pequeñas elevaciones como loma larga y cerro chiquito con 2057 y 2136 m, respectivamente, cuyos estratos superiores están constituidos por cenizas volcánicas intemperizadas y arenas, en ocasiones de varios metros de profundidad.

En el área de estudio se presentan: Andosoles y Litosoles (ver Figura 2.6); los primeros son suelos profundos, bien drenados, ligeros, de color negro y pardo rojizo y ricos en minerales asimilables, la presencia de alófanos es la característica de estos suelos. El contenido de materia orgánica es variable, pudiéndose definir la subunidad Andosol vítrico, que presenta acidez moderada; se desarrolla sobre cenizas volcánicas, con textura arenosa, areno migajosa y migajón arenosa, con las fases superficiales media y profunda. Este tipo de suelo tiene amplia distribución en toda el área (Gómez-Tagle, 1985).

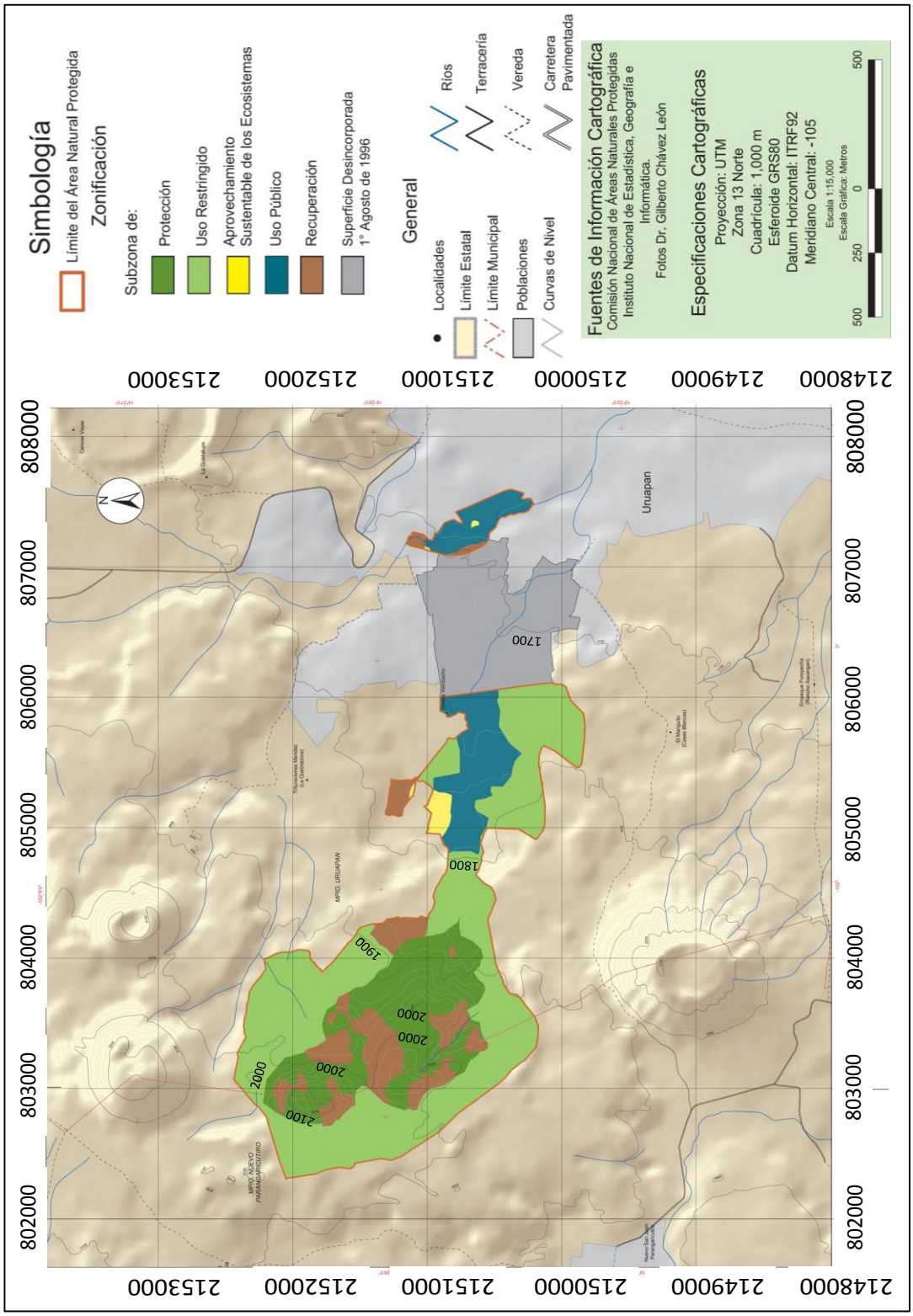


Figura 2.5. Mapa topográfico y de zonificación del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio. Fuente: CONANP, 2006.

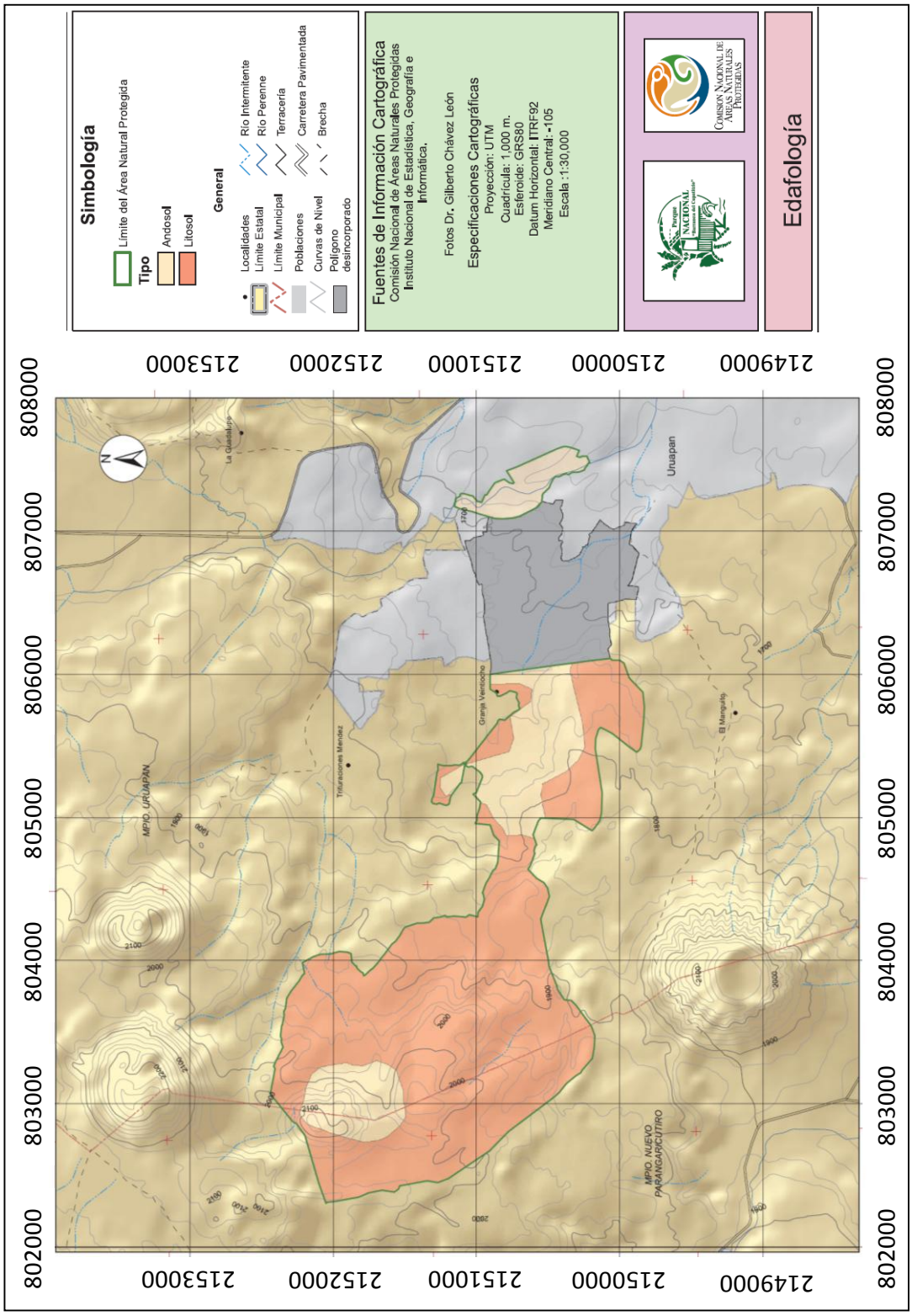


Figura 2.6. Mapa edafológico del área de montaña del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio. Fuente: CONANP, 2006.

Los Litosoles son suelos someros, jóvenes, poco desarrollados, rocosos y limitados a cierta profundidad por una roca continua, dura, coherente. Son de color gris oscuro, varían de pobres a muy ricos en materia orgánica y su textura migajón arenosa y franca. Se encuentran en zonas altas, con pendientes relativamente pronunciadas o bien en áreas con corrientes de lava recientes. En el área de estudio se presenta la subunidad Litosol dístrico, con el tipo gravoso discontinua (Gómez-Tagle, 1985).

Hidrológicamente, el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio se ubica en la Región Hidrológica N° 18 Balsas (RH18) dentro de la Cuenca Tepalcatepec-Infiernillo, subregión Cupatitzio, la cual forma parte de la zona de escurrimiento del Río Cupatitzio, el cual nace en el manantial Rodilla del Diablo en el área de río del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio (INEGI, 1986).

El área de montaña, también forma parte de la subcuenca de escurrimiento del río Cupatitzio, la cual es una zona importante de recarga de acuíferos, por su conformación física y geológica. Al interior del área existe un afloramiento superficial en forma de manantial, el cual se mantiene productivo todo el año, aunque su gasto disminuye de forma importante durante el periodo de estiaje, llegando a aportar un gasto de 0,5 l/s (Gómez-Tagle, 1985).

De acuerdo a la Carta Estatal de Climas, escala 1:500000 del INEGI (1985) y con la información de la estación meteorológica ubicada dentro del área de montaña, el clima se caracteriza como semicálido, subhúmedo del tipo (A) C (w2) (w) b (i´) g, i, encontrándose entre los climas cálidos y templados; es decir, es un clima de transición, siendo el más fresco de los cálidos y el más cálido de los templados, con temperatura media anual de 16,6 ºC, con una máxima media anual de 23,9 ºC y una mínima media anual de 9,3 ºC y la del mes más frío de 5,4 °C en enero. La precipitación media anual de 1537 mm y el porcentaje de lluvia invernal es de 5% de la anual (Bello y Madrigal-Sánchez, 1996; INEGI, 1985).

La vegetación del PNBC del área de montaña, corresponde a bosque de pino, pino-encino, relictos del bosque mesófilo de montaña y la vegetación secundaria derivada de éstos (ver Figura 2.7).

El bosque de pino se encuentra representado por las especies: *Pinus lawsonii, P. douglasiana, P. michoacana* y *P. leiophylla*; asimismo, se encuentran de manera aislada, *Pinus pseudostrobus, P. pringlei* y *P. oocarpa* (Bello y Madrigal-Sánchez, 1996).

El bosque de pino-encino se encuentra representado por: *Pinus douglasiana, P. michoacana* var. *cornuta, P. lawsonii* y *P. leiophylla; Quercus obtusata, Q. castanea, Q. candicans, Q. magnoliifolia* y *Q. resinosa; Arbutus xalapensis, Alnus jorullensis, Hedyosmum mexicanum, Bocconia arborea, Bursera bipinnata* (*op cit.*).

El relicto del bosque mesófilo de montaña se encuentra representado en su estrato arbóreo por: *Alnus jorullensis*, *Bocconia arborea*, *Carpinus caroliniana*, *Clethra mexicana*, *Hedyosmun mexicanum*, *Fraxinus uhdei*, *Ilex tolucana*, *Oreopanax salvinii*, *Prunus capuli* y *Ternstroemia pringlei* (*op cit.*).

Entre las especies introducidas se encuentran: *Pinus patula*, *P. strobus* var. *chiapensis*, *P. greggii*, *P. ayacahuite* var. *veitchii*, *Araucaria excelsa*, *Cupresus lusitanica* (=*C. lindleyi*), *C. sempervirens*, *Podocarpus reichei*, *Cryptomeria japonica*, *Jacaranda mimosaetolia*, *Spathodea campanulata*, *Casuarina equisetifolia*, *Quercus suber*, *Persea americana* var. *hass*, *Persea americana* var. *fuerte*, *Magnolia grandiflora*, *Ficus benjamina*, *Ficus indica*, *Heliconia* sp., *Musa ensete*, *Musa paradisiaca*, *Eriobotrya japonica*, *Piracantha coccinea*, *Prunus domestica*, *Prunus malus*, *Prunus persica*, *Coffea arabiga*, *Citrus aurantifolium*, *Citrus aurantium*, *Citrus nobilis*, *Macadamia* spp., *Paulownia tomentosa*, *Eucalyptus* spp., entre otras (Ontiveros-Alvarado *et al*., 2000).

En el área de montaña del PNBC, se tienen registradas tres especies de reptiles, de las cuales una se encuentra en la categoría de riesgo a *Crotalus nigrescens*, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (González, 2000); 19 especies de mamíferos, entre las más importantes está el cacomixtle, zorrillos, ardillas, tuza y venado cola blanca (Mendoza, 2000). Se tienen registradas 139 especies de aves que corresponde al 26,6% de la avifauna de Michoacán y de éstas, se encuentran seis en la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo la

categoría de amenazadas (*Accipiter cooperi*, *Bubo virginianu*s, *Ciccaba virgata*, *Regulus calendula*, *Melanotis coerulescens*, *Icterus cucullatus*) y 10 sujetas a protección especial (*Buteo jamaicensis*, *Dentrortix macroura*, *Glaucidium gnoma*, *Attila spadiceus*, *Myadestes occidentalis*, *Dendroica virens*, *Seiurus aurocapillus*, *Myoborus pictus*, *Myoborus miniatus*, *Trogon elegans*) (Villaseñor, 2000).

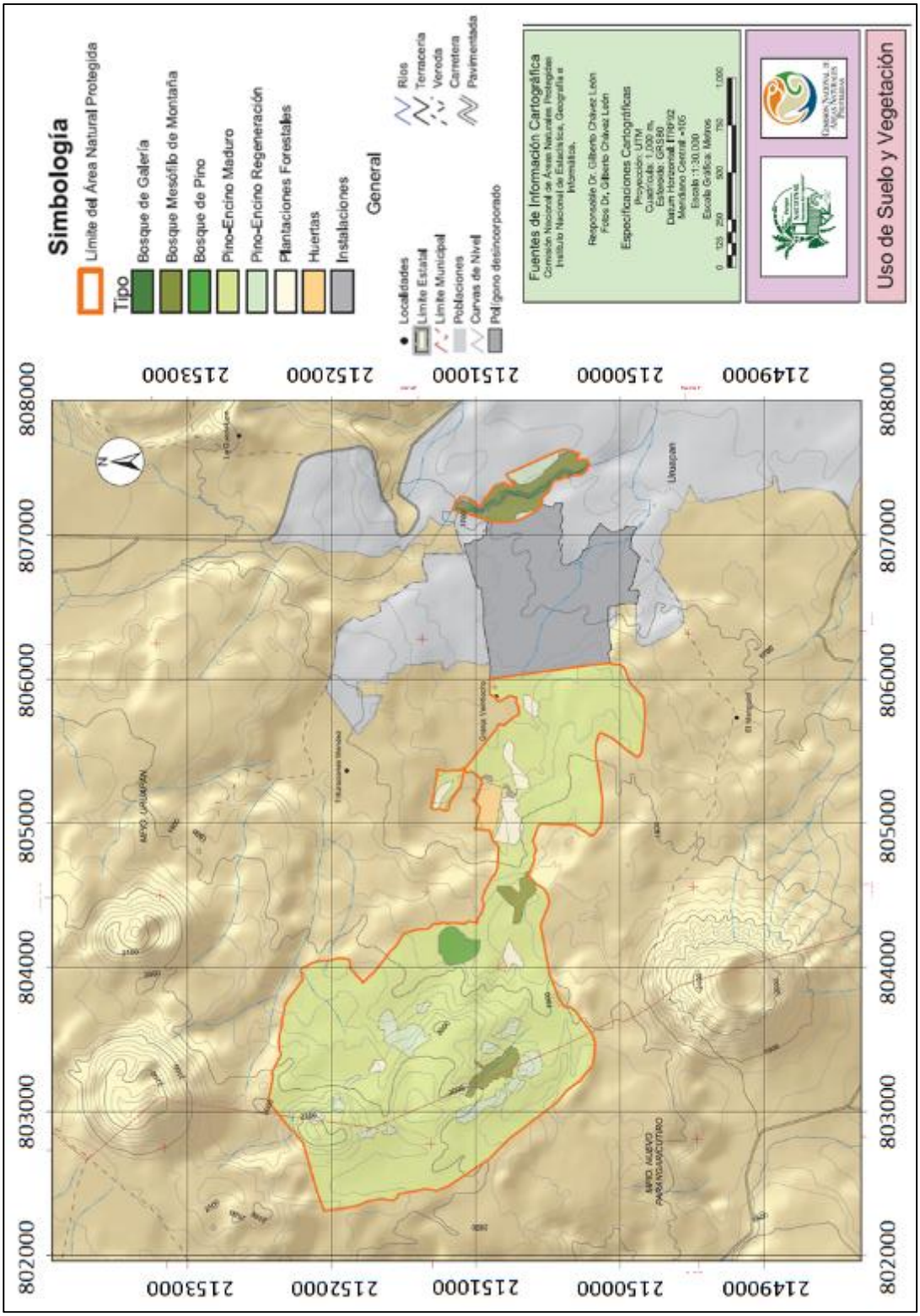


Figura 2.7. Mapa de vegetación del área de montaña del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio. Fuente: CONANP, 2006.

2.4 Literatura citada

Bello, M.A. y X. Madrigal-Sánchez, 1996. *Estudio florístico del Campo Experimental Barranca del Cupatitzio, Uruapan, Michoacán.* INIFAP. Folleto científico No. 2. Uruapan, Michoacán, México. 47 pp.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), 2006. *Programa de conservación y manejo Parque Nacional Barranca del Cupatitzio*. SEMARNAT. México. 174 pp.

Demant, A., R. Mauvois y L. Silva, 1976. *El Eje Neovolcánico*. En: III Congreso Latinoamericano de Geología. México. Pp. 22.

Gómez-Reyes, V.M., 2005. *Diversidad de hongos ectomicorrícicos en relación a las unidades ambientales en el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Uruapan, Michoacán*. Tesis de Maestría en Ciencias en Conservación y Manejo de Recursos Naturales. Facultad de Biología-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 94 pp.

Gómez-Tagle, R., 1985. *Levantamiento de suelos del Campo Experimental Forestal Barranca del Cupatitzio y sus relaciones con la vegetación de coníferas*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 144 pp.

González, E., 2000. *Estudio de flora y fauna del Campo Experimental Barranca de Cupatitzio, Municipio de Uruapan, Michoacán, México*. Informe técnico. (Inédito).

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 1985. Carta climática. Escala 1: 50 000. E13B39.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 1986. Carta edafológica. Escala 1: 50 000. E13B39.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 1986. Carta hidrológica. Escala 1: 50 000. E13B39.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 1986. Carta topográfica. Escala 1: 50 000. E13B39.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2009. Disponible en: http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/mich/fisio.cfm?c=444&e=31. (Fecha de ingreso: abril de 2010).

Márquez, V.F. y S. Escobar, 2000. *Áreas Naturales Protegidas de México con decretos federales (1899-2000)*. INE-RDS-PNUD. México. 826 pp.

Mendoza, V.J., 2000. *Estudio de flora y fauna del Campo Experimental Barranca de Cupatitzio, Municipio de Uruapan, Michoacán, México*. Informe técnico. Uruapan, Mich. México. (Inédito).

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

Ontiveros-Alvarado, S., P. Silva-Saenz y H. Zepeda-Castro, 2000. *Flora vascular del campo experimental Barranca de Cupatitzio, Municipio de Uruapan, Michoacán, México*. Informe Técnico. (Inédito).

Orduña, T.C., M.A. Salas y P. Gaytán, 1993. *Aves y mamíferos del Campo Experimental Forestal Barranca de Cupatitzio, Uruapan, Michoacán*. INIFAP. Folleto científico No. 7. Uruapan, Michoacán, México. 54 pp.

Sánchez, R., 1980. Hongos micorrízicos y su relación con los bosques de coníferas de la Meseta Tarasca. *Ciencia Forestal*, 5(23): 42-63.

Sánchez, R., 1982. *Evaluación de la producción de hongos comestibles (Russula brevipes) en una plantación de pinos en Michoacán*. En: Memorias del 1er. Congreso Nacional de Micología, Xalapa, Ver. México. Pp. 34.

Villaseñor-Gómez, L.E., 2000. *Estudio de flora y fauna del campo experimental barranca de Cupatitzio, Municipio de Uruapan, Michoacán, México*. Informe técnico. (Inédito).

3. INVENTARIO DE MACROMICETOS DEL PARQUE NACIONAL BARRANCA DEL CUPATITZIO

3. Inventario de macromicetos del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio

3.1 Introducción

La diversidad de los hongos ha sido un tema de discusión en los últimos años y abordado por numerosos autores como Hawksworth (1991, 2001), Mueller *et al*. (2007), Blackwell (2011), entre otros. Las aproximaciones sobre las estimaciones de la riqueza de hongos se han calculado en relación a la proporción de la riqueza de plantas y hongos para cada región, las estimaciones más aceptadas por la comunidad científica es de 1,5 millones de especies (Hawksworth, 1991, 2001; Lodge, 1997), sin embargo, se proponen estimaciones de hasta 13,5 millones de especies (Hywel-Jones, 1993), por otro lado, cifras más conservadoras estiman en 712000 especies (Schmit y Mueller, 2007).

En general, se acepta que sólo entre el 5% y 10% de las especies que se estiman a nivel mundial se han registrado, lo cual es una clara muestra de lo contrastante del grupo, es uno de las más diversos y es pobre el conocimiento que se tiene. De ahí que una de las conclusiones a las que llegan los investigadores es la falta de estudios taxonómicos, inventarios que aborden la riqueza y diversidad en todos los grupos de hongos.

México es un país de los denominados megadiversos (ver tabla 3.1), posee aproximadamente el 10% de las plantas y animales, además del alto número de endemismos (CONABIO, 2009). La riqueza de especies se debe principalmente a su situación geográfica, por la convergencia de la flora y fauna neártica y neotropical, por su compleja orografía y además por los eventos geológicos que permiten explicar en parte, la riqueza y el alto número de endemismos, como lo explican Mittermeier y Goettsch (1992).

Desafortunadamente, los países que concentran la mayor diversidad biológica del mundo, también presentan una fuerte presión sobre el medio ambiente y los recursos naturales. Buena parte de la diversidad se encuentra en peligro de desaparecer; estos países están sufriendo cambios ambientales rápidos, presentan problemas económicos severos y por lo tanto una falta de recursos para desarrollar amplios programas que se requieren para conservar su diversidad biológica (Mittermeier y Goettsch, 1992).

Tabla 3.1. Posición de México con respecto a otros países megadiversos.* el número entre paréntesis indica el lugar respecto a otros países.

País	Plantas vasculares	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios
Brasil	56215	578	1712	630	779
Colombia	48000	456	1815	520	634
China	32200	502	1221	387	334
Indonesia	29375	667	1604	511	300
***México**	**23424 (5)**	**535 (3)**	**1096 (8)**	**804 (2)**	**361 (5)**
Venezuela	21073	353	1392	293	315
Ecuador	21000	271	1559	374	462
Perú	17144	441	1781	298	420
Australia	15638	376	851	880	224
Madagascar	9505	165	262	300	234
Congo	6000	166	597	268	216

Fuente: Llorente-Bousquets y Ocegueda (2008).

En cuanto a los hongos, el conocimiento sigue siendo pobre a pesar de los esfuerzos que se han realizado en las últimas décadas. Según Guzmán (1998, 2008), se estima que en México podría albergar unas 200000 especies de hongos, de la cuales se calcula que 50000 especies corresponderían a macromicetos, sin embargo, el autor menciona que el conocimiento que se tiene del grupo se ubica entre el 3,5 y 4%.

Para el estado de Michoacán se tienen reportadas 652 especies de macromicetos (Gómez-Peralta y Gómez-Reyes, 2005). A nivel estatal, son uno de los grupos biológicos menos estudiados, comparando con las más de 4400 especies de angiospermas registradas para la entidad (Carranza, 2005), y el estimado de una riqueza de 6000 especies de plantas vasculares (Madrigal-Sánchez y Guridi-Gómez, 2005), es clara la disparidad en el conocimiento existente entre los grupos, lo que resalta la importancia de realizar inventarios que contribuyan al conocimiento de la micobiota de la entidad.

3.2 Antecedentes

El presente apartado se enfoca a los estudios más relevantes en el campo de la taxonomía, etnomicología y ecología de macromicetos en el estado de Michoacán, así como algunas de las referencias de especies michoacanas en trabajos monográficos nacionales e internacionales.

La cita más antigua donde se hace referencia a los hongos michoacanos corresponde a la época colonial, entre los siglos XVI al XVII. En esta época se realizó una compilación de términos, sobre todo de la obra de J. Benedict Warren (Gilberti) con su *Diccionario Grande de la Lengua de Mechuacán*. En el diccionario se incluyen referencias de manuscritos coloniales y se citan algunas palabras en relación a los hongos, principalmente los comestibles (Mapes *et al*., 1981; Gabany-Guerrero, 2009).

Los estudios formales sobre macromicetos en Michoacán se iniciaron hace 30 años (Gómez-Reyes, 2012). Desde el punto de vista taxonómico son escasos los trabajos, Lowy (1979) describe un nuevo género, *Neotremella*, adscrito a la Familia Tremellaceae, *Neotremella guzmanii* Lowy, corresponde a un basidioma multilobulado de gran tamaño, se caracteriza por la presencia de una zona conspicua medular central de la cual nacen hifas fértiles en zonas adyacentes que terminan en metabasidios septados; es importante mencionar, que sólo se ha registrado de la especie tipo, por lo que no se conoce para otra localidad.

El estado de Michoacán tradicionalmente se ha considerado una entidad forestal, la importancia de la actividad ha llevado a enfocar los estudios micológicos desde perspectivas forestales, Sánchez (1980a) publica una lista de 40 especies de hongos macromicetos saprobios y parásitos lignícolas destructores de la madera para los bosques de pino, encino y mixtos. El mismo autor, en otro trabajo, reporta 35 especies de hongos macromicetos potencialmente ectomicorrizógenos y la importancia forestal de los mismos (Sánchez, 1980b). Ambos estudios se realizaron en la región de la Meseta Purépecha.

Con motivo del VIII Congreso Nacional de Botánica realizado en la ciudad de Morelia, Michoacán, se edita un volumen de la serie *Guías Botánicas de Excursiones en México*, donde Díaz-Barriga y Chávez (1981) generan una lista con 116 especies de hongos macromicetos y

líquenes, posteriormente, Díaz-Barriga *et al*. (1988) publican los resultados de varios años de trabajo de investigación en 50 localidades del estado de Michoacán, una de las cuales corresponde al área de estudio de la presente investigación, los autores registran 260 especies, considerando 138 nuevos reportes para la entidad.

Para la región denominada Los Azufres, zona de importancia forestal y geotérmica para el Estado, Cifuentes *et al.* (1990) publican una lista con 175 especies de macromicetos, además, adicionan información sobre la distribución y ecología de las especies tratadas, 60 especies fueron nuevos registros para la entidad y ocho para el país.

Los estudios etnobiológicos, además de dar a conocer los diferentes usos de las especies, también contribuyen al conocimiento de la riqueza fúngica de las regiones. Desde este enfoque, Mapes *et al*. (1981) dan a conocer la riqueza del conocimiento etnomicológico entre los purépechas, constituido por 99 nombres comunes y una clasificación para los diferentes grupos de hongos, además se reportan 134 especies, de las cuales 43 corresponden a comestibles, alrededor de 20 son venenosas, cinco medicinales y el resto sin uso.

Para el estado de Michoacán se tienen publicadas tres guías regionales de macromicetos, la primera de ellas en 1996 describe 90 especies de las más comunes para la región de la cuenca del Lago de Pátzcuaro (Díaz-Barriga, 1992); y en 2002, se publica la *Guía de Hongos macromicetos de la Reserva de Biosfera de Mariposa Monarca*, donde describen 211 especies, que incluyen 75 nuevos registros, de ellos nueve son primeros reportes para la micobiota mexicana, se concluye que en estos reportes se han registrado 562 especies de macromicetos para la entidad (Díaz-Barriga, 2002); el tercer trabajo se describen 43 especies de macromicetos comestibles, medicinales y algunas tóxicas del oriente del Estado (Farfán, 2009).

El grupo de macromicetos menos estudiado es el de hongos hipogeos, actualmente se tienen registradas siete especies para la entidad, Trappe y Gúzman (1971) describieron *Rhizopogon michoacanicus* para la región de Los Azufres, mientras que Hosford y Trappe (1980) citaron a *R. ochraceorubens* A.H. Sm. y *R. subcareulecens* A.H. Sm. para el municipio de Uruapan. Guevara *et al*. (2008) describen *Hysterangium latisporum* con material proveniente del

municipio de Hidalgo y Gómez-Reyes *et al*. (2012) reportan tres especies de *Elaphomyces*, de las cuales dos (*E. aculeatus* y *E. maculatus*) son nuevos registros para la micobiota mexicana.

Para el área de estudio de la presente memoria doctoral, son escasos los estudios micológicos, Sánchez (1982) evaluó la producción natural de *Russula brevipes-Hypomyces lactifluorum* en una plantación de *Pinus pseudostrobus* y como resultado reporta una producción de 660,9 kg/ha por año, asimismo, valora el potencial que tiene *H. lactifluorum* por ser una especie de alto valor comercial y culinario en la región. Gómez-Reyes (2005) reporta la diversidad de esporomas de macromicetos ectomicorrízicos mediante la evaluación de biomasa en ochos sitios de 0,1 ha, registra 50 especies con una biomasa total de 1,30 kg y resalta la importancia de siete especies que contribuyeron con el 67,8% de la biomasa total.

Otros estudios en la entidad son los de Díaz-Barriga (1988), Romero (1991), Téllez (2003), Jaimes (2007), Zamora *et al*. (2007), Gómez-Peralta *et al*. (2007), Torres (2008), Gómez-Reyes *et al*. (2011), en los cuales se abordan las temáticas como inventarios, productividad de hongos silvestres comestibles y etnomicología.

3.3 Objetivos

3.3.1 Objetivo general

- Contribuir al conocimiento de los macromicetos para el estado de Michoacán, México

3.3.2 Objetivos particulares

- Realizar un inventario de macromicetos del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio.
- Analizar los grupos tróficos de macromicetos presentes en el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio.

3.4 Materiales y métodos

El trabajo de campo se realizó durante tres años (2008-2010), en los cuales se recolectaron los esporomas de macromicetos en la temporada de lluvias (julio a octubre) en el área de montaña del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio.

La recolecta se realizó semanalmente, los ejemplares fueron descritos, fotografiados y herborizados, siguiendo la propuesta de Cifuentes *et al*. (1986) y Halling (1996). El material se encuentra depositado en la colección de macromicetos del Herbario de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, EBUM, siglas de acuerdo al *Index herbariorum* (Thiers, 2011).

Para la determinación taxonómica del material se consultó la bibliografía especializada, diversas claves taxonómicas, monografías, principalmente, como las obras de Hesler y Smith (1979), Halling (1983), Jenkins (1986), Singer *et al*. (1990, 1991, 1992), Arora (1986), Dennis (1978), Llamas y Terrón (2003), Bessett *et al*. (1997) entre otras, considerando caracteres morfológicos macro y microscópicos según Largent *et al*. (1984).

La ordenación sistemática de las especies se basó en la clasificación propuesta por Kirk *et al*. (2008), mientras que los nombres científicos y autores para cada una de las especies se consultó el *Index fungorum* (www.indexfungorum.org). Para conocer la comestibilidad de las especies se consultaron las obras de Díaz-Barriga (1992, 2004) y los resultados del capítulo de etnomicología de la presente memoria doctoral.

Además, se realizó una exploración de hongos hipogeos, la recolecta de especímenes así como el estudio macroscópico y microscópico se realizaron de acuerdo con Castellano *et al*. (1989) y Pegler *et al*. (1993). Para la recolecta, se seleccionaron árboles al azar, en los que se realizaron excavaciones con ayuda de un rastrillo cerca del tronco y continuando hacia la periferia a 1 m de distancia o hasta el margen del diámetro de la copa del árbol. La búsqueda se realizó solo en la capa superior del sustrato y a una profundidad no mayor de 0,15 m y finalmente, el suelo se volcó y regresó a la posición normal para mitigar la perturbación del sitio.

3.5 Resultados

Así, al realizar el trabajo de campo y determinación taxonómica, se encontraron 276 taxones de hongos macromicetos, 42 corresponden al Phyllum Ascomycota, el resto a Basidiomycota (234), se determinaron seis taxones a nivel infraespecífico, 243 a especie, 26 a nivel de género y uno a nivel de familia, la ordenación sistemática de las especies consideradas se encuentra en el Anexo 3.1.

Con base en Kirk *et al*. (2008), al Phyllum Ascomycota corresponden seis órdenes, 14 familias y 25 géneros. Los grupos taxónomicos mejor representados son Pezizaceae y Pyronemataceae con ocho taxones en cada familia, mientras que la familia Xylariaceae y Helvellaceae presentan siete y seis taxones respectivamente, en cuanto a nivel de género, el mejor representado es *Peziza* con siete taxones (ver Figura 3.1).

Respecto al phyllum Basidiomycota, los 234 taxones se dividen en 15 ordenes, 47 familias y 113 géneros. Los grupos taxonómicos mejor representados son las familias Russulaceae y Agaricaceae con 23 y 18 taxones, respectivamente (ver Figura 3.1), a nivel de género los mejor representados son *Amanita* con 14 taxones, *Russula* con 13 e *Inocybe* y *Lactarius* con 11 y 10 taxones, respectivamente.

Se consideran, potencialmente, 43 nuevos registros, 25 para la entidad y 18 para el país (ver Tabla 3.2), Con base en lo reportado por Gómez-Peralta y Gómez-Reyes (2005), quienes realizaron un registro de las especies de macromicetos publicadas en revistas regionales, nacionales e internacionales, así como las bases de datos de hongos elaborada por la CONABIO (2009), la base de datos de ejemplares depositados en la colección de macromicetos del Herbario de la Facultad de Biología (EBUM).

En relación a los grupos tróficos, la literetura reporta como micorrícicos a 135 taxones, 136 como saprobios y cinco especies parásitas (ver Figura 3.2), en cuanto a la distribución de sustratos se reportan 139 taxones terrícolas, 77 con sustrato lignícola, 37 humícolas, 11 taxones con preferencias carbonícolas, ocho con hábitat hipogeo, tres micoparásitos y una especie parásita de pupas de insectos (ver Figura 3.3).

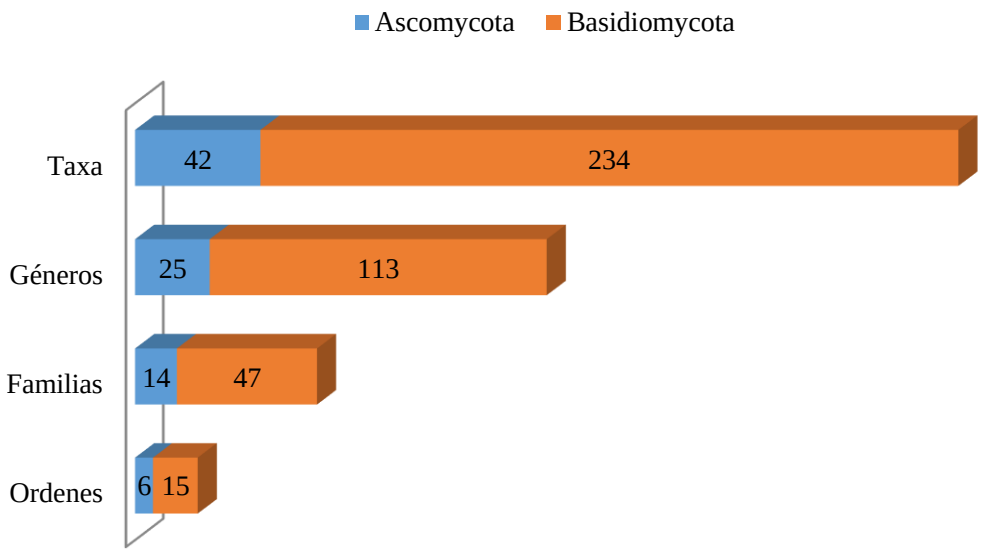


Figura 3.1. Comparación de las distintas categorías taxonómicas de los macromicetos registrados en el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio.

Tabla 3.2. Nuevos registro de macromicetos estatales y nacionales. *Publicadas recientemente Gómez-Reyes *et al.* (2012) y Hernández *et al.* (2013).

Estatales		
**Morchella rufobrunnea*	*Laccaria ohiensis*	*Pholiota highlandensis*
Geopyxis carbonaria	*Inocybe calospora*	*Boletus flaviporus*
Tuber aff. puberulum	*Inocybe dulcamara*	*Tylopilus subcellulosus*
Xylaria coccophora	*Inocybe grammata*	*Tylopilus plumbeoviolaceus*
Xylaria fockei	*Pachyphloeus carneus*	*Scleroderma dictyosporum*
Cortinarius semisanguineus	*Pluteus albostipitatus*	*Coltricia focicola*
Cortinarius melliolens	*Pluteus chrysophlebius*	*Lactarius pubescens*
Entoloma chalybaeum var. *lazulinum*	*Pluteus ephebeus*	*Russula herrerae*
		Geastrum rufescens
Nacionales		
**Elaphomyces maculatus*	*Anthracobia melaloma*	*Entoloma lividoalbum*
Ascobolus carbonarius	*Pulvinula constellatio*	*Coprinellus angulatus*
Peziza lobulata	*Coprinus silvaticus*	*Coprinellus domesticus*
Peziza ostracoderma	*Lepiota echinacea*	*Resupinatus applicatus*
Peziza petersii	*Amanita arkansana*	*Tricholomopsis decora*
Peziza violacea	*Cortinarius calochrous*	*Rhizopogon occidentalis*

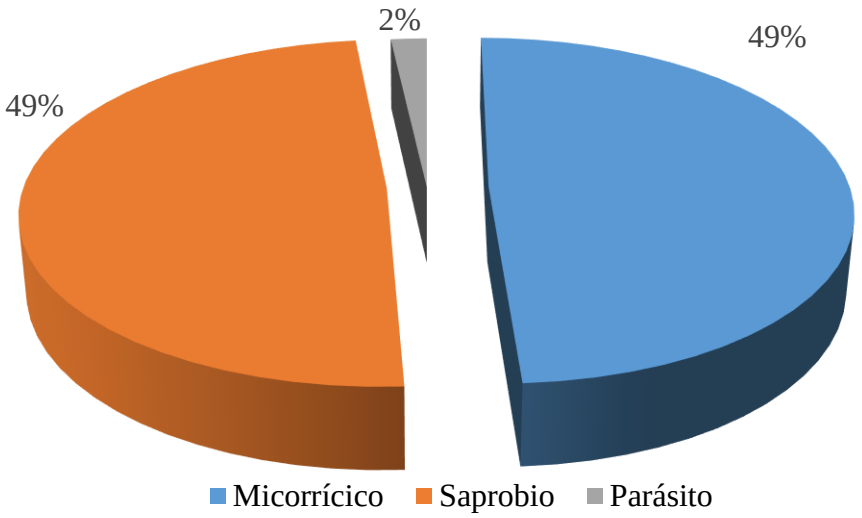


Figura 3.2. Porcentajes de grupos tróficos de las especies registradas del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio.

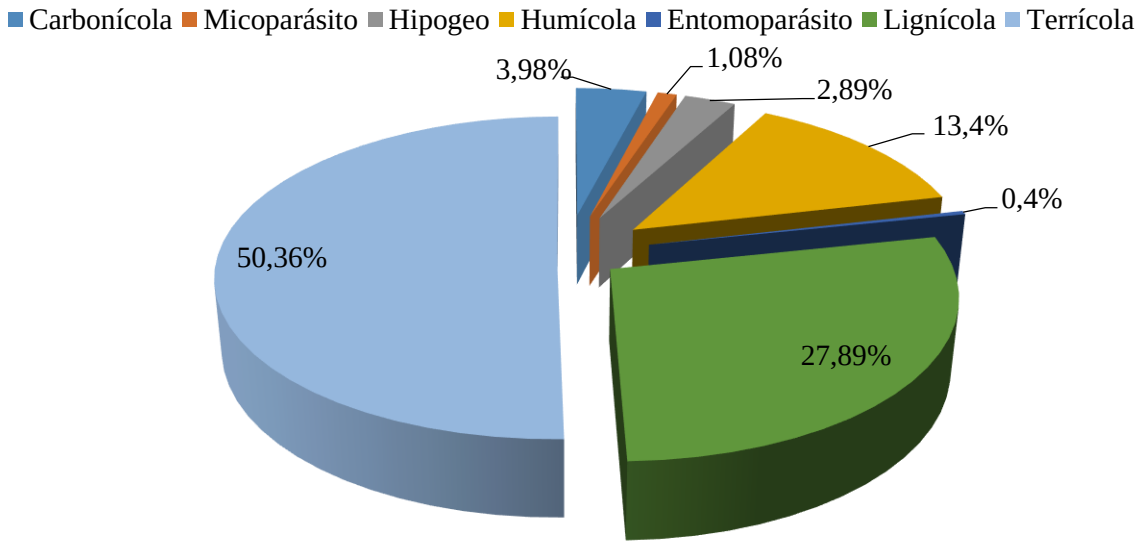


Figura 3.3. Porcentajes de hábitat de las especies registradas en el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio.

De acuerdo con la bibliografía consultada, los usos potenciales de las especies registradas en el presente trabajo se distribuyen de la siguiente manera: 35 especies con uso comestible local (aquellas especies que se consumen en el municipio de Uruapan y/o en el estado de Michoacán), 41 especies se reportan en referencias nacionales y cuatro especies que se consumen en otros

paises, en total se registran 80 especies de hongos silvestres comestibles (HSC); sobre el uso medicinal, no se registran especies en trabajos donde el área de estudio sea el estado de Michoacán, se recolectaron seis especies que tienen reporte de uso medicinal a nivel nacional y dos más a nivel mundial (ver Tabla 3.3); 142 taxones se reportan como no comestibles (en esta categoria se incluyen aquellas especies que no se identificaron a nivel de especie), por último, se registran 45 especies como tóxicas.

Respecto al número de especies que se encuentran bajo alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010, solo se reportan cuatro de las 46 especies que son consideras bajo alguna categoría, como especie amenazada (A) se encuentran *Morchella rufobrunnea*, *Amanita muscaria* e *Hygrophorus russula*, mientras que bajo la categoría de protección especial (Pr) se ubica a *Cantharellus cibarius*.

Tabla 3.3 (1 de 3). Lista de especies de hongos silvestres comestibles y medicinales que se registran en el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio. Nota: L= Local; N= Nacional; M= Mundial.

Familia	**Nombre científico**	**Usos**
Helvellaceae	*Helvella acetabulum*	Comestible (L)[1,2,6,7,8]
Helvellaceae	*Helvella crispa*	Comestible (L)[9]
Helvellaceae	*Helvella elastica*	Comestible (L)[4,5,6,7,8]
Helvellaceae	*Helvella lacunosa*	Comestible (L)[1,2,4,5,6,7,8]
Morchellaceae	*Morchella rufobrunnea*	Comestible (N)
Pezizaceae	*Peziza badia*	Comestible (N)[8]
Pyronemataceae	*Aleuria aurantia*	Comestible (N)[5,8]
Hypocreaceae	*Hypomyces lactifluorum*	Comestible (L)[9]
Xylariaceae	*Daldinia concentrica*	Medicinal (N)[8]
Agaricaceae	*Agaricus bitorquis*	Comestible (N)[5,8]
Agaricaceae	*Agaricus placomyces*	Comestible (N)[5,8]
Agaricaceae	*Agaricus sylvicola*	Comestible (L)[1,8]
Agaricaceae	*Coprinus comatus*	Comestible (L)[2,8]
Agaricaceae	*Lycoperdon perlatum*	Comestible (L)[1,2,4,5,8]
Agaricaceae	*Lycoperdon umbrinum*	Comestible (L)[1,2,4,8]
Agaricaceae	*Macrolepiota procera*	Comestible (L)[1,2,4,5,8]
Amanitaceae	*Amanita arkansana*	Comestible (L)[5]
Amanitaceae	*Amanita fulva*	Comestible (L)[2,4,7,8]
Amanitaceae	*Amanita tuza*	Comestible (L)[1,7,8]
Amanitaceae	*Amanita vaginata*	Comestible (L)[1,2,4,7,8]
Entolomataceae	*Entoloma clypeatum*	Comestible (N)[6,7,8]
Hydnangiaceae	*Laccaria amethystina*	Comestible (L)[1,4,5,6,7,8]
Hydnangiaceae	*Laccaria bicolor*	Comestible (L)[2,4]
Hydnangiaceae	*Laccaria laccata*	Comestible (L)[1,2,3,4,5,6,8]
Hydnangiaceae	*Laccaria proxima*	Comestible (L)[3,8]
Hygrophoraceae	*Hygrocybe virginea*	Comestible (M)[8]
Hygrophoraceae	*Hygrophorus russula*	Comestible (N)[5,8]
Lyophyllaceae	*Lyophyllum decastes*	Comestible (L)[9]
Marasmiaceae	*Connopus acervatus*	Comestible (N)[6,8]
Marasmiaceae	*Gymnopus confluens*	Comestible (L)[1,6,8]
Marasmiaceae	*Gymnopus dryophilus*	Comestible (L)[1,2,6,7,8]
Mycenaceae	*Rhodocollybia butyracea*	Comestible (L)[1,2,4,6,8]
Mycenaceae	*Rhodocollybia maculata*	Comestible (M)[6]
Mycenaceae	*Xeromphalina campanella*	Medicinal (N)[6,8]
Physalacriaceae	*Armillaria luteovirens*	Comestible (N)[6,8]

Tabla 3.3 (2 de 3). Lista de especies de hongos silvestres comestibles y medicinales que se registran en el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio. Nota: L= Local; N= Nacional; M= Mundial.

Familia	**Nombre científico**	**Usos**
Physalacriaceae	*Armillaria mellea*	Comestible (L)[1,2,6,7,8]
Physalacriaceae	*Oudemansiella canarii*	Comestible (N)[6,8]
Pleurotaceae	*Pleurotus ostreatus*	Comestible (L)[1,2,6,8]
Schizophyllaceae	*Schizophyllum commune*	Comestible (N)[8]
Tricholomataceae	*Clitocybe gibba*	Comestible (L)[1,2,4,5,6,7,8]
Tricholomataceae	*Clitocybe odora*	Comestible (L)[1,2,6,7,8]
Tricholomataceae	*Collybia polyphylla*	Comestible (L)[1,2,6,8]
Tricholomataceae	*Lepista nuda*	Comestible (N)[6,8]
Tricholomataceae	*Tricholoma terreum*	Comestible (M)[8]
Tricholomataceae	*Tricholomopsis rutilans*	Comestible (M)[8]
Boletaceae	*Boletellus betula*	Comestible (N)[6,8]
Boletaceae	*Boletus barrowsii*	Comestible (N)[6,7,8]
Boletaceae	*Boletus variipes*	Comestible (L)[3,5]
Boletaceae	*Strobilomyces strobilaceus*	Comestible (N)[6,8]
Boletaceae	*Tylopilus felleus*	Comestible (N)[5,8]
Gomphidiaceae	*Chroogomphus ochraceus*	Comestible (N)[6,8]
Gomphidiaceae	*Chroogomphus tomentosus*	Comestible (N)[8]
Gyroporaceae	*Gyroporus castaneus*	Comestible (N)[6,8]
Hygrophoropsidaceae	*Hygrophoropsis aurantiaca*	Comestible (L)[1,2,3,7,8]
Rhizopogonaceae	*Rhizopogon ochraceorubens*	Comestible (N)[6,7,8]
Rhizopogonaceae	*Rhizopogon rubenscens* var. *ochraceus*	Comestible (N)[6,7,8]
Rhizopogonaceae	*Rhizopogon* sp.	Comestible (N)[6,7,8]
Rhizopogonaceae	*Rhizopogon* sp.	Comestible (N)[6,7,8]
Suillaceae	*Suillus brevipes*	Comestible (N)[6,7,8]
Suillaceae	*Suillus granulatus*	Comestible (N)[6,7,8]
Suillaceae	*Suillus tomentosus*	Comestible (N)[6,7,8]
Cantharellaceae	*Cantharellus cibarius*	Comestible (N)[6,7,8]
Cantharellaceae	*Cantharellus tubaeformis*	Comestible (N)[6,8]
Cantharellaceae	*Craterellus cornucopioides*	Comestible (N)[6]
Clavulinaceae	*Clavulina cinerea*	Comestible (N)[6,8]
Clavulinaceae	*Clavulina coralloides*	Comestible (N)[6,8]
Clavulinaceae	*Clavulina rugosa*	Comestible (N)[6,8]
Fomitopsidaceae	*Fomitopsis pinicola*	Medicinal (N)[6,8]
Ganodermataceae	*Ganoderma tsugae*	Medicinal (M)[6,8]

Tabla 3.3 (3 de 3). Lista de especies de hongos silvestres comestibles y medicinales que se registran en el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio. Nota: L= Local; N= Nacional; M= Mundial.

Familia	**Nombre científico**	**Usos**
Polyporaceae	*Neolentinus lepideus*	Comestible (L)[1,5,6,8]
Polyporaceae	*Panus crinitus*	Comestible (N)[6,8]
Polyporaceae	*Trametes versicolor*	Medicinal (M)[6,8]
Russulaceae	*Lactarius deliciosus*	Comestible (L)[2,4,6,7,8]
Russulaceae	*Lactarius indigo*	Comestible (L)[2,4,6,7,8]
Russulaceae	*Lactarius sanguifluus*	Comestible (N)[6,8]
Russulaceae	*Russula brevipes*	Comestible (L)[2,4,6,7,8]
Russulaceae	*Russula cyanoxantha*	Comestible (N)[6,7,8]
Russulaceae	*Russula delica*	Comestible (N)[6,7,8]
Russulaceae	*Russula emetica*	Comestible (N)[6,8]
Russulaceae	*Russula lutea*	Comestible (N)[6,8]
Russulaceae	*Russula nigricans*	Comestible (N)[8]
Russulaceae	*Russula mexicana*	Comestible (N)[6,8]
Sebacinaceae	*Tremellodendron schweinitzii*	Comestible (N)[8]
Geastraceae	*Geastrum saccatum*	Medicinal (N)[8]
Geastraceae	*Geastrum triplex*	Medicinal (N)[8]
Gomphaceae	*Ramaria flava*	Comestible (L)[1,2,3,4,5,6,8]
Gomphaceae	*Ramaria stricta*	Comestible (L)[4,8]
Phallaceae	*Clathrus ruber*	Medicinal (N)[8]

Fuentes: [1]Mapes *et al*. (1981); [2]Díaz-Barriga (1992); [3]Gómez-Peralta *et al*. (2007); [4]Farfán *et al*. (2007); [5]Capítulo seis de la presente memoria doctoral; [6]Guzmán (1979); [7]Montoya-Esquivel *et al*. (2004); [8]Boa (2005); [9]Todas las anteriores.

3.6 Discusión

El 84,7% de los taxones registrados corresponden al Phyllum Basidiomycota y el resto al Ascomycota, estas proporciones, donde la mayoría de las especies de macromicetos reportados corresponde al grupo de los basidimicetos, concuerdan con diversos trabajos donde se ha inventariado la riqueza fúngica en México, se han reportado entre 85 y 93% de macromicetos que corresponden al Phyllum Basidiomycota y entre un 7 y 15% para Ascomycota (Díaz-Barriga *et al*., 1988; Herrera *et al*., 2002; Landeros *et al*., 2006), estas mismas observaciones también han sido consideradas por otros autores (Guzmán-Davalos y Guzmán, 1979; Cifuentes y Montañes, 1999; Villarruel-Ordáz y Cifuentes, 2007) quienes señalan que la riqueza total de macromicetos registrada para una región en México, corresponde alrededor de un 10% para el Phyllum Ascomycota y el resto para Basidiomycota.

De lo anterior, se considera que aún hacen faltan estudios que puedan confirmar un patrón general, además existen inconvenientes importantes a considerar, como que los basidiomas suelen ser más conspicuos que los ascomas, estos últimos pueden pasar desapercibidos por el recolector, lo cual podría sesgar el inventario de una determinada región.

De confirmarse, las 43 especies reportadas en el presente trabajo como nuevos registros para la entidad y considerando las 652 especies que se tenían registradas para el estado de Michoacán por Gómez-Peralta y Gómez-Reyes en 2005, la micobiota de macromicetos para la entidad ubicaría en 697 especies, es decir, con el presente estudio se incrementó un 6,1% de las especies conocidas, además el número de nuevos reportes podría incrementarse con la determinación de las 27 taxones que no se identificaron a nivel de especie o alguna otra categoría infraespecífica. Además se ubica a la entidad entre las cinco principales con mayor número de registros de macromicetos para el país (ver figura 3.4).

Los datos anteriores nos indican claramente que se requiere incrementar el número de trabajos taxonómicos debido al bajo conocimiento que se tiene del grupo, lo cual se refleja de manera más evidente en los hongos hipogeos. Se tenían reportadas siete especies, tres especies de *Elaphomyces* (*E. aculeatus*, *E. maculatus* y *E. muricatus*), tres a *Rhizopogon* (*R. michoacanicus*, *R. ochraceorubens* y *R. subcareulecens*) y una de *Hysterangium* (*H. latisporum*) (Trappe y

Gúzman, 1971; Hosford y Trappe, 1980; Guevara *et al*., 2008, Gómez-Reyes *et al*., 2012), con el presente trabajo el número de hongos hipogeos aumentó a 10 especies para la entidad.

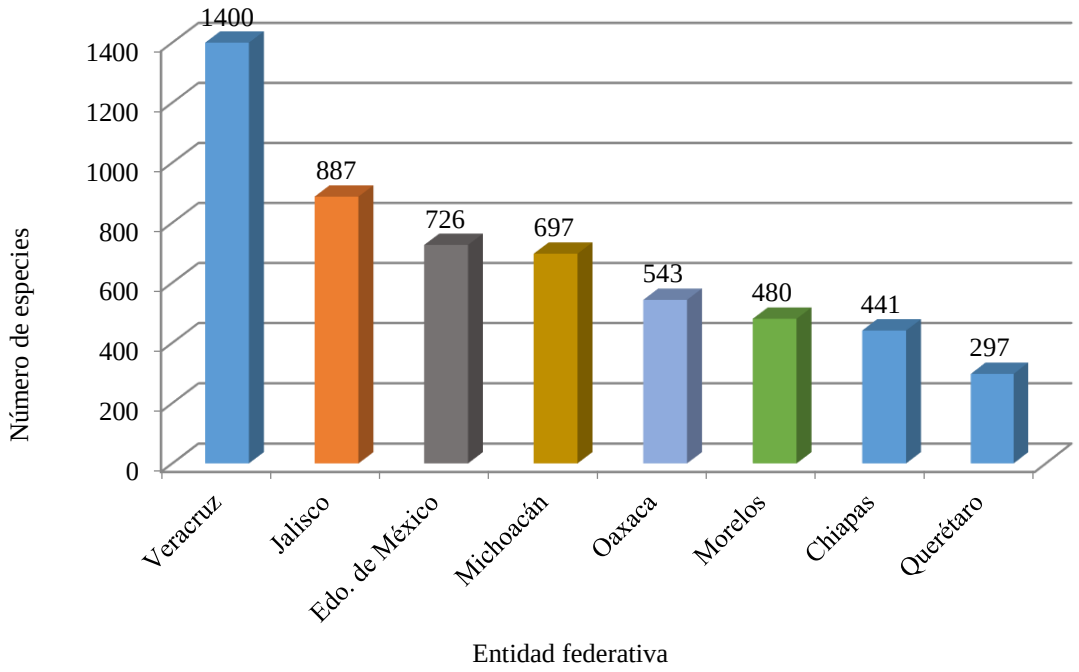


Figura 3.4. Comparación del conocimiento entre distintas entidades de México. Fuente: Se presenta según entidad federativa, Veracruz (Guzmán, 1998); Jalisco (Guzmán-Davalos, 1997), Estado de México (Frutis y Valenzuela, 2009); Michoacán (Gómez-Reyes, 2012); Oaxaca (Canseco, 2011); Morelos (CONABIO y UAEM, 2004); Chiapas (Andrade y Sánchez, 2005), Querétaro (Landeros, 2006).

Con respecto a los géneros, el presente trabajo reporta a *Peziza* y *Xylaria* con siete y cinco especies respectivamente para Ascomycota, mientras que para Basidiomycota se registra *Amanita* con 14 taxones, *Russula* con 13 e *Inocybe* y *Lactarius* con 11 y 10 taxones, respectivamente; al igual que en la discusión a nivel de phyllum donde se puede observar un patrón entre las proporciones de Ascomycota y Basidimycota, también se puede observar cuales son los géneros con mayor número de especies que se reportan en la literatura y posiblemente mostrar un comportamiento de la micobiota mexicana en cuanto a la dominancia a nivel de género por número de especies o taxones.

La dominancia de los géneros antes mencionados, concuerda con otros autores como Díaz-Barriga *et al*. (1988a), Herrera *et al*. (2002), Landeros *et al*. (2006), Villarruel-Ordaz y Cifuentes

(2007), Vázquez y Valenzuela (2010), Canseco (2011) quienes citan a los géneros *Amanita* y *Russula* como los mejor representados. Los trabajos antes mencionados corresponden a la región centro del país, por tal motivo se podría reflejar que en los bosques templados del centro de México y corresponden a la faja volcánica, los géneros *Amanita* y *Russula* son los de mayor riqueza específica.

Un aspecto que resulta difícil de evaluar es el grupo funcional o trófico al que corresponde cada especie, para asignar la categoría correspondiente a cada una, nos basamos en literatura especializada, en particular el trabajo de Rinaldi *et al*. (2008), quienes recopilaron las evidencias de 343 géneros de hongos, de esta manera se asignó la categoría de micorrícico a 135 taxones, el resto de los taxones se asignaron a saprobios y parásitos.

Fellner (1993), con la intención de relacionar el estado de conservación o deterioro de un ecosistema forestal y las comunidades fúngicas, propone que el deterioro de un sistema forestal incluye tres fases: 1) Alteración latente: si la proporción de especies ectomicorrícicas respecto al total de macromicetos tiende a decrecer al 40%, mientras que la proporción de especies lignícolas tiende a alcanzar más de un 30%; 2) Alteración grave: si la proporción de especies ectomicorrícicas es menor de un 40% del total, mientras que las especies lignícolas, presentan valores superiores al 40%; 3) Alteración letal: si las especies ectomicorrícicas presentan proporciones inferiores al 20% mientras que las especies lignícolas contribuyen más de un 55%.

En relación a la propuesta de Fellner (*op cit*.), se podría considerar que no existe una alteración, el grupo de hongos potencialmente ectomicorrícicos se ubica en casi 49% mientras que los hongos saprobios lignícolas en 27,8%, sin embargo, considerando las especies carbonícolas, el porcentaje incrementa a 31,8%, lo cual ya ubica al ecosistema forestal con una alteración latente después de los incedios. Los incendios forestales que ocurrieron en 2009 y 2010, aunque no fueron incedios destructivos y la superficie afeactada no superó las 70 ha, se incrementó el porcentaje de especies saprobias lignícolas. Por lo que los incendios forestales siguen siendo una de las principales amenazas para la conservación de los bosques del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio.

Sobre los hábitats de las especies reportadas, las dominantes son las terrícolas y humícolas, coincidiendo con otros autores, es interesante destacar la ausencia de hongos coprófilos, el control que se tiene sobre el acceso de pastoreo de ganado, es el motivo por el que no se reportan hongos coprófilos, no obstante en una zona anexa, en las huertas de aguacate y durazno se encuentran abonadas con estiercol, se registró a *Chlorophyllum molybdites* (G. Mey.) Massee, sin embargo, se decidió dejar como saprobio humícola, otro caso es el de *Leucocoprinus birnbaumii* (Corda) Singer, el cual se registró en una jardinera dentro del área de campamento.

La administración del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio no permite la extracción de recursos forestales maderables y no maderables, no obstante, es interesante conocer el potencial de hongos silvestres con algún uso. De acuerdo con Gómez-Peralta y Gómez-Reyes (2005) se citan para el estado de Michoacán 139 especies de hongos silvestres con uso comestible y siete con uso medicinal, comparando con las 80 especies comestibles y seis medicinales, es decir, se reporta un alto porcentaje de las especies comestibles y medicinales previamente registradas, por otro lado, Garibay-Orijel (2006) reporta 88 especies de hongos silvestres comestibles y 11 especies medicinales para Ixtlan de Juaréz, Oaxaca, datos cercanos a los reportados en el presente trabajo, lo cual indica los altos valores en recursos que poseen los bosques mexicanos.

Por último, las especies que se reportan en la NOM-059-SEMARNAT-2010 son especies de alto valor comercial o con propiedades alucinógenas, es decir que incluye especies sin argumentos de estudios de poblaciones, en México se carece de un estudio que permita tener una lista real de las especies que deben ser consideradas bajo alguna categoría de protección, ya sea por su rareza o que se encuentre amenazado su hábitat, como sucede en muchos países europeos que cuentan con una lista roja sobre las especies fúngicas a proteger.

3.7 Conclusiones

Con la riqueza de especies reportadas en el presente trabajo, el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio es una de las áreas del Estado mejor conocidas en cuanto a la diversidad biológica, y en particular la micobiota.

Los resultados en cuanto a los porcentajes entre ascomicetos y basidiomicetos, coincide con los de otros autores, por lo que se confirma un patrón que estaría entre un 7 y 15% de las especies reportadas en los inventarios micológicos en bosques mexicanos para el phyllum Ascomycota y entre un 85 y 93% correspondería a Basidiomycota.

A nivel de género, se observa que los mejor representados en relación al número de especies o taxones son: *Amanita* y *Russula*. También coincide con otros trabajos y posiblemente sea un patrón que estos géneros son dominantes en los bosques mexicanos.

Los 243 taxones determinados a nivel de especie, de las 276 reportadas en el presente trabajo para el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, representa el 34,8% del conocimiento de las especies de macromicetos reportadas para el estado de Michoacán, es una cifra alta considerando la superficie del parque (452 ha).

Con los datos expuestos, se demuestra el bajo conocimiento que se tiene de la micobiota, por un lado, la alta cantidad de nuevos registros (43) y por el otro, el conocimiento de las especies reportadas para Michoacán no supera el 50% respecto a Veracruz que es la entidad con mayor riqueza registrada con mas de 1400 taxones.

Considerándose la riqueza fúngica como un indicador del estado de conservación en un ecosistema forestal, el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio se encuentra con una alteración latente, siendo los incendios forestales el principal riesgo que afecta a este territorio.

Es importante destacar, al país le hacen falta estudios de monitoreo de las poblaciones de hongos para contar con argumenteos para enlistar especies bajo una categoría de riesgo.

3.8 Literatura citada

Andrade, R. y E. Sánchez, 2005. La diversidad de hongos en Chiapas. En: González-Espinoza, M., N. Ramírez-Marcial y L. Ruíz-Montoya (eds.). *Diversidad Biológica en Chiapas*. Editorial Plaza y Valdés S.A. de C.V. Pp. 33-80.

Arora, D., 1986. *Mushrooms Demystified*. 2ª ed. Ten speed press. Berkeley, California, USA. 590 pp.

Bessette, A., R. Bessette y D.W. Fischer, 1997. *Mushrooms of northeastern North America*. Ed. Syracuse. USA. 582 pp.

Blackwell, M., 2011. The fungi: 1,2,3…5.1 million species?. *American Journal of Botany*, 98(3): 426-438.

Boa, E., 2005. *Los hongos silvestres comestibles: perspectiva global de su uso e importancia para la población*. FAO. Roma. Disponible en: http://www.fao.org/docrep/008/y5489s/y5489s00.HTM. (Fecha de ingreso: marzo de 2011).

Canseco, E., 2011. *Estudio de la diversidad de macromicetos silvestres en el municipio de San Gabriel Mixtepec, Oaxaca*. Tesis de licenciatura. Universidad del Mar. Puerto Escondido, Oaxaca, México. 73 pp.

Carranza, E., 2005. Angiospermas. En: Villaseñor G., L.E. (ed.). *La biodiversidad en Michoacán: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. Pp. 73-76.

Castellano, M.A., J.M. Trappe, Z. Maser, C. Maser, 1989. *Keys to spores of the genera of hypogeous fungi of north temperate forests with special reference to animal mycophagy*. Mad River Press Eureka, California, USA. 186 pp.

Cifuentes, J. y A. Montañez, 1999. *Biodiversidad e inventario de macromicetos de un bosque de Quercus spp. en Chapa de la Mota, Estado de México*. Memorias del III Congreso Latinoaméricano de Micología. Caracas, Venezuela.

Cifuentes, J., M. Villegas y L. Pérez-Ramírez, 1986. Hongos. En: Lot, A. y F. Chiang, *Manual de Herbario: Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos*. Consejo Nacional de la Flora de México, México, D. F. Pp. 55-64.

Cifuentes, J., M. Villegas, L. Pérez-Ramírez, M. Bulnes, V. Corona, M. González, I. Jiménez, A. Pompa y G. Vargas, 1990. Observación sobre la distribución, hábitat e importancia de los hongos de Los Azufres, Michoacán. *Revista Mexicana de Micología*, 6: 133-149.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 2009. Disponible en: *http://www.biodiversidad.gob.mx*. (Fecha de ingreso: marzo de 2009).

CONABIO y UAEM, 2004. *La Diversidad Biológica en Morelos: Estudio del Estado*. Contreras-MacBeath, T., J.C. Boyás, F. Jaramillo (eds). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México. 156 pp.

Dennis, R., 1978. *British Ascomycetes*. J. Cramer. Germany. 585 pp.

Díaz-Barriga, H. y A. Chávez, 1981. Algunas criptógamas (hongos y líquenes) de las rutas de excursiones precongreso, del VIII congreso Mexicano de Botánica. En: Guevara-Fefer, F. (ed.). *Guías Botánicas de excursiones en México V*. Morelia, Michoacán, México. Pp. 65-76.

Díaz-Barriga, H., 1988. Primer registro de *Trichoglossum velutipes* (Geoglossaceae, Ascomycetes) para México, *Acta Botánica Mexicana*, 2: 1-4.

Díaz-Barriga, H., 1992. *Hongos comestibles y venenosos de la cuenca del Lago de Pátzcuaro, Michoacán*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Centro de investigación y desarrollo del estado de Michoacán (CIDEM) e Instituto de Ecología, A.C. 148 pp.

Díaz-Barriga, H., 2002. *Hongos macromicetos comestibles, medicinales y destructores de la madera, de la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca, Sierra Chincua, Michoacán, México*. Fundación Michoacán Produce, A.C. y Comisión Forestal del estado de Michoacán. Michoacán, México. 270 pp.

Díaz-Barriga, H., F. Guevara-Fefer y R. Valenzuela, 1988. Contribución al conocimiento de los macromicetos del estado de Michoacán. *Acta Botánica Mexicana*, 2: 21-44.

Farfán, B., 2009. *Guía didáctica para la identificación de hongos silvestres del Oriente de Michoacán*. Universidad Intercultural Indígena de Michoacán. Michoacán, México. 85 pp.

Farfán, B., A. Casas, G. Ibarra-Márquez y E. Pérez-Negrón, 2007. Mazahua Ethnobotany and Subsistence in the Monarch, Butterfly Biosphere Reserve, Mexico. *Economic Botany*, 61(2): 173-191.

Fellner, R., 1993. Air pollution and mycorrhizal fungi in Central Europe. En: Pegler, D.N., L. Boddy, B. Ing y P.M. Kirk (eds.). *Fungi on Europe. Investigation, recording and conservation*. Royal Botanic Gardens, Kew. Pp. 239-250.

Frutis, I. y R. Valenzuela, 2009. Macromicetos. En: Ceballos, G., R. List, G. Garduño, R. López, M.J. Muñozcano, E. Collado y J.E. San Román (eds.). *La diversidad biológica del Estado de México. Estudio de Estado*. Biblioteca del bicentenario. Pp. 243-250.

Gabany-Guerrero, T., 2009. Disponible en: http://phurepecha.org/pureculture.htm. (Fecha de ingreso: abril de 2010).

Garibay-Orijel, R., 2006. *Análisis de la relación entre la disponibilidad recurso fúngico y la importancia cultural de los hongos en los bosques de pino-encino de Ixtlán, Oaxaca*. Tesis doctoral. UNAM. México. 141 pp.

Gómez-Peralta, M. y V.M. Gómez-Reyes, 2005. Hongos y Líquenes. En: Villaseñor, L.E. (ed.). *La biodiversidad en Michoacán: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. Pp. 64-66.

Gómez-Peralta, M., V.M. Gómez-Reyes, M.P. Angón-Torres y L. Castro, 2007. Comercialización de hongos silvestres comestibles en los mercados y tianguis de Morelia, Michoacán. *Biológicas*, 9: 81-86.

Gómez-Reyes, V.M., 2005. *Diversidad de hongos ectomicorrícicos en relación a las unidades ambientales del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Urupan, Michoacán*. Tesis de Maestría en Conservación y Manejo de Recursos Naturales. Facultad de Biología UMSNH. Michoacán, México. 94 pp.

Gómez-Reyes, V.M., 2012. La colección de macromicetos del Herbario, EBUM. En: Chávez-Carbajal, M. y M. Gómez-Peralta (Eds.). M*emoria de las plantas, pasado y presente del Herbario de la Facultad de Biología*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo-Comisión Institucional para la Conmemoración del Bicentenario de la Independencia y el Centenario de la Revolución Mexicana-Instituto de Investigaciones Históricas. Pp. 189-208.

Gómez-Reyes, V.M., I. Hernández, A. Terrón y G. Guevara-Guerrero, 2012. Estudio taxonómico del género *Elaphomyces* spp. (Ascomycota, Eurotiales, Elaphomycetaceae) de Michoacán, México. *Revista Mexicana de Micología*, 36: 57-62.

Gómez-Reyes, V.M., M. Gómez-Peralta y A. Terrón, 2011. Efecto de las variables ambientales sobre la biomasa de macromicetos ectomicorrízicos. *Biológicas*, 13(1): 70-77.

Guevara-Guerrero, G., M.A. Castellano, J. García, E. Cázares y J.M. Trappe, 2008. *Hysterangium* (Hysterangiales, Hysterangiaceae) from northern Mexico. *Revista Mexicana de Micología*, 28: 95-100.

Guzmán, G., 1979. *Identificación de los hongos: comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de la medara*. 5ª ed., Ed. Limusa, México. 452 pp.

Guzmán, G., 1998. Inventorying the fungi of Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 7: 369-384.

Guzmán, G., 2008. Análisis de los estudios sobre los Macromycetes de México. *Revista Mexicana de Micología*, 28: 7-15.

Guzmán-Dávalos, L. y G. Guzmán, 1979. Estudio ecológico comparativo entre hongos (macromicetos) de los bosques tropicales y los de coníferas del sureste de México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 13: 89-126.

Guzmán-Dávalos, L., 1997. *Inventario de los hongos macroscópicos del Estado de Jalisco*. Informe de proyecto. CONABIO.

Halling, R.E., 1983. The genus *Collybia* (Agaricales) in the Northeastern United States and adjacent Canada. *Mycologia*, 8: 1-148.

Halling, R.E., 1996. Recommendations for collecting mushrooms. En: Alexiades, M.N. (ed.). *Selected guidelines for ethnobotanical research: A field manual*. New York Botanical Garden, New York. Pp. 135-141.

Hawksworth, D.L., 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycological Research*, 95(6): 641-655.

Hawksworth, D.L., 2001. The magnitude of fungal diversity: The 1.5 million species estimates revisited. *Mycological Research*, 105: 1422-1432.

Hernández, I., V.M. Gómez-Reyes y M. Gómez-Peralta, 2013. Contribución al conocimiento del género *Morchella* (Morchellaceae: Ascomycota) para Michoacán. *Biológicas*, 15(1):11-15.

Herrera, M., L. Guzmán-Dávalos y O. Rodríguez, 2002. Contribución al conocimiento de la micobiota de la región de San Sebastian del Oeste, Jalisco, México. *Acta Botánica*, 58: 19-50.

Hesler, L. y A.H. Smith, 1979. *North American species of Lactarius*. The University of Michigan. Press, Michigan. USA. 856 pp.

Hosford, D. y J.M. Trappe, 1980. Taxonomic studies on the genus *Rhizopogon*, II. Notes and new records of species from Mexico and Caribbean countries. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 14: 3-15.

Hywel-Jones, N., 1993. A systematic survey of insect fungi from natural, tropical forest in Thailand. En: Issac, S., J.C. Frankland, R. Walting y A.J.S. Whalley. *Aspects of Tropical Mycology*. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 300-301.

Index fungorum, 2012. Disponible en: http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp. (Fecha de ingreso: enero del 2012).

Jaimes, F., 2007. *Producción natural de hongos silvestres comestibles de Yoricostio, Mpio. de Tacámbaro, Michoacán, México*. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 82 pp.

Jenkins, D.T., 1986. *Amanita of North America*. Mad River Press, Eureka. California. USA. 197 pp.

Kirk, P., F. Cannon, W. Minter y A. Stalpers, 2008. *Dictionary of the fungi*. 10ª Ed. CAB International. Wallingford. 771 pp.

Landeros, F., J. Castillo, G. Guzmán y J. Cifuentes, 2006. Los hongos (macromicetos) conocidos en el cerro el Zamorano (Querétaro-Guanajuato), México. *Revista Mexicana de Micología*, 22: 25-31.

Largent, D., D. Johnson y R. Watling, 1984. *How to identify mushrooms to genus III: microscopic features.* Mad River Press, Eureka. California. USA. 148 pp.

Llamas, B. y A. Terrón, 2003. *Atlas fotográfico de los hongos de la Península Ibérica*. Ed. Celarayn. España. 547 pp.

Llorente-Bousquets, J., y S. Ocegueda, 2008. Estado del conocimiento de la biota de México. En: Sarukhán, J. (ed.). *Capital natural de México,* vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad.* Conabio. México, Pp. 283-322.

Lodge, D.J., 1997. Factors related to diversity of decomposer fungi in tropical forest. *Biological Conservation*, 6: 681-688.

Longe, J., J. Ammirati, T. O`Dell, G. Mueller, S. Huhndorf, , Ch. Wang, J. Stokland, J. Schmit, L. Ryvarden, P. Leacock, M. Mata, L. Umaña, Q. Wu y D.L. Czederpiltz, 2004. Terrestrial and Lignicolous Macrofungi. En: Mueller G.M., G.F. Bills y M.S. Foster (eds.). *Biodiversity of fungi: Inventory and monitoring methods*. Elsevier Academic Press. London. Pp. 127-158.

Lowy, B., 1979. Un nuevo género y una nueva especie de Tremellales de México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 13: 223-228.

Madrigal-Sánchez, X. y L.I. Guridi-Gómez, 2005. Especies arbóreas y arborecentes en estado crítico de conservación. En: Villaseñor, L.E. (ed.). *La biodiversidad en Michoacán: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. Pp. 76-77.

Mapes, C., G. Guzmán y J. Caballero, 1981. *Etnomicología purépecha. El conocimiento y uso de los hongos en la cuenca de Pátzcuaro, Michoacán*. Dirección general de culturas populares y Sociedad Mexicana de Micología, A.C. México. 88 pp.

Mittermeier, R.A. y C. Goettsch, 1992. La importancia de la diversidad biológica en México. En: Sarukán, J. y R. Dirzo (eds.). *México ante los retos de la biodiversidad*. CONABIO. México. Pp. 57-62.

Montoya-Esquivel, A., A. Kong, A. Estrada-Torres, J. Cifuentes y J. Caballero, 2004. Useful wild fungi of La Malinche Nacional Park, Mexico. *Fungal Diversity*, 17: 115-143.

Mueller, G.M., J.P. Schmit, P.R. Leacock, B. Buyck, J. Cifuentes, D.E. Desjardin, R.E. Halling, K. Hjortstam, T. Iturriaga, K. Larsson, D.J. Lodge. T.W. May, D. Minter, M. Rajchenberg, S.A. Redhead, L. Ryvarden, J.M. Trappe, R. Watling y Q. Xu, 2007. Global diversity and distribution of macrofungi. *Biodiversity and Conservation*, 16: 37-48.

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

Pegler, D.N., B.M. Spooner y T.W.K. Young, 1993. *British truffles. A revision of british hypogeous fungi*. The Royal Botanic Gardens, Kew. Great Britain. 211 pp.

Rinaldi, A.C., O. Comandini y T.W. Kuyper, 2008. Ectomycorrhizal fungal diversity: separating the wheat from the chaff. *Fungal Diversity*, 33: 1-45.

Romero, A., 1991. *Contribución al conocimiento de los macromicetos del Parque Nacional Cerro Garnica, Querendaro-Cd. Hidalgo, Michoacán, México*. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología-UMSNH. Michoacán, México. 95 pp.

Sánchez, R., 1980a. Hongos patógenos y destructores de madera de los bosques de la Meseta Tarasca, Mich. *Ciencia Forestal*, 5(23): 3-20.

Sánchez, R., 1980b. Hongos micorrízico y su relación con los bosques de coníferas de la Meseta Tarasca, *Ciencia Forestal*, 5(23): 42-63.

Sánchez, R., 1982. Evaluación de la producción de hongos comestibles (*Russula brevipes*) en una plantación de pinos en Michoacán. En: Memorias del 1er. Congreso Nacional de Micología, Xalapa, Ver. México. Pp. 34.

Schmit, J.P. y G.M. Mueller, 2007. An estimate of the lower limit of global fungal diversity. *Biodiversity and Conservation*, 16: 99-111.

Singer, R., J. García y L.D. Gómez, 1990. *The Boletinae of Mexico and Central America I y II*. Nova Hedwigia J. Cramer. Berlin, Germany. 78 pp.

Singer, R., J. García y L.D. Gómez, 1991. *The Boletinae of Mexico and Central America III*. Nova Hedwigia J. Cramer. Berlin, Germany. 72 pp.

Singer, R., J. García y L.D. Gómez, 1992. *The Boletinae of Mexico and Central America IV*. Nova Hedwigia J. Cramer. Berlin, Germany. 46 pp.

Téllez, G.A., 2003. *Hongos macromicetes degradadores de la madera en el área recreativa del km. 23m, municipio de Charo, Michoacán, México*. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 76 pp.

Thiers, B., 2011. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponible en: http://sweetgum.nybg.org/ih/.

Torres, M., 2008. *Conocimiento y uso popular de macromicetos silvestres en la comunidad de Arantepacua, Mpio. De Nahuatzen, Michoacán, México*. Facultad de Biología Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 87 pp.

Trappe, J.M. y G. Guzmán, 1971. Notes on some hypogeous fungi from Mexico. *Mycologia*, 63: 317-332.

Vázquez, S. y R. Valenzuela, 2010. Macromicetos de la Sierra Norte del Estado de Puebla, México. *Naturaleza y Desarrollo*, 8(1): 43-58.

Villarruel-Ordaz, J.L. y J. Cifuentes, 2007. Macromicetos de la cuenca del río Magnadela y zonas adyacentes, delegación la Magdalena Contreras, México, D.F. *Revista Mexicana de Micología*, 25: 59-68.

Zamora, E.V., M. Gómez-Peralta, G. Vázquez y Ma.P. Angón-Torres, 2007. Conocimiento etnomicológico de los hongos silvestres registrados para la zona de Tancítaro, Michoacán. *Biológicas*, 9: 41-46.

Anexo 3.1. Ordenación sistemática

- Ascomycota
  - Eurotiomycetes
    - Eurotiales
      - Elaphomycetaceae
        - *Elaphomyces*
          - *E. maculatus* Vittad., 1831 (M; Hi)
  - Leotiomycetes
    - Helotiales
      - Geoglossaceae
        - *Trichoglossum*
          - *T. hirsutum* (Pers.) Boud., 1907 (S; Te)
    - Leotiales
      - Leotiaceae
        - *Leotia*
          - *L. lubrica* (Scop.) Pers., 1797 (S; Hu)
  - Pezizomycetes
    - Pezizales
      - Ascobolaceae
        - *Ascobolus*
          - *A. carbonarius* Karsten, 1870 (S; Ca)
      - Helvellaceae
        - *Helvella*
          - *H. acetabulum* (L.) Quél., 1874 (M; Te)
          - *H. atra* J. König, 1770 (M; Te)
          - *H. crispa* (Scop.) Fr., 1822 (M; Te)
          - *H. elastica* Bull., 1785 (M; Te)
          - *H. lacunosa* Afzel., 1783 (M; Te)
          - *H. villosa* Schaeff., 1770 (M; Te)
      - Morchellaceae
        - Morchella
          - *M. rufobrunnea* Guzmán & F. Tapia, 1998 (S; Te)
      - Pezizaceae
        - *Pachyphloeus*
          - *P. carneus* Harkn., 189 (M; Hi)
        - *Peziza*
          - *P. badia* Pers., 1800 (M; Te)
          - *P. badiofusca* (Boud.) Dennis, 1960 (M; Te)
          - *P. lobulata* (Velen.) Svrček, 1976 (M; Ca)
          - *P. ostracoderma* Korf. 1961 (M; Ca)
          - *P. petersii* Berk., 1875 (M; Ca)
          - *P. violacea* Pers., 1797 (M; Te)
          - *Peziza* sp. 1 (M; Ca)

Simbología: Grupo trófico: M= Micorrízico; S= Saprobio; P= Parásito. Hábitas: Ca= Carbonícola; Hi= Hipogeos; Hu= Humícola; In= Insecto; Li= Lignícola; Mi= Micoparásito; Te= Terrícola.

Pyronemataceae
Aleuria
A. aurantia (Pers.) Fuckel, 1870 (S; Te)
Anthracobia
A. melaloma (Alb. & Schwein.) Arnould, 1893 (S; Ca)
Geopyxis
Geopyxis sp. (S; Ca)
Humaria
H. hemisphaerica (F.H. Wigg.) Fuckel, 1869 (M; Li)
Otidea
O. alutacea (Pers.) Massee, 1895 (M; Te)
O. onotica (Pers.) Fuckel, 1869 (M; Te)
Scutellinia
S. scutellata (L.) Lambotte, 1887 (S; Li)
Tarzetta
T. catinus (Holmsk.) Korf & J.K. Rogers, 1971 (M; Te)
Rhizinaceae
Rhizina
R. undulata Fr., 1815 (S/P; Ca)
Sarcoscyphaceae
Pithya
P. cupressina (Batsch) Fuckel, 1870 (S; Li)
Tuberaceae
Tuber
Tuber aff. puberulum Berk. & Broome 1846. (M; Hi)
Incertae sedis
Pulvinula
P. constellatio (Berk. & Broome) Boud., 1907 (M; Ca)
Sordariomycetes
Hypocreales
Cordycipitaceae
Cordyceps
C. militaris (L.) Link, 1833 (P; In)
Hypocreaceae
Hypomyces
H. lactifluorum (Schwein.) Tul. & C. Tul., 1860 (P; Mi)
H. hyalinus (Schwein.) Tul. & C. Tul., 1860 (P; Mi)
Trichoderma
T. viride Pers., 1794 (S; li)
Xylariales
Xylariaceae
Annulohypoxylon
A. thouarsianum var. *thouarsianum* (Lév.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh 2005 (S; li)

Simbología: Grupo trófico: M= Micorrízico; S= Saprobio; P= Parásito. Hábitas: Ca= Carbonícola; Hi= Hipogeos; Hu= Humícola; In= Insecto; Li= Lignícola; Mi= Micoparásito; Te= Terrícola.

Daldinia
D. concentrica (Bolton) Ces. & De Not., 186 (S; Ca)
Xylaria
X. coccophora Mont., 1855 (S; li)
X. fockei (Miq.) Cooke, 1884 (S; li)
X. hypoxylon (L.) Grev., 1824 (S; li)
X. longipes Nitschke, 1867 (S; li)
X. polymorpha (Pers.) Grev., 1824 (S; li)
Basidiomycota
Agaricomycetes
Agaricales
Agaricaceae
Agaricus
A. bitorquis (Quél.) Sacc., 1887 (S; Te)
A. placomyces Peck, 1878 (S; Te)
A. sylvicola (Vittad.) Peck, 1872 (S; Te)
A. xanthodermus Genev., 1876 (S; Te)
Chlorophyllum
Ch. molybdites (G. Mey.) Massee, 1898 (S; Hu)
Coprinus
C. comatus (O.F. Müll.) Pers., 1797 (S; Hu)
C. silvaticus Peck, 1872 (S; Li)
Lepiota
L. clypeolaria (Bull.) Quél., 1871 (S; Hu)
L. echinacea J.E. Lange, 1940 (S; Hu)
Lepiota sp. 1 (S; Hu)
Lepiota sp. 2 (S; Hu)
Leucoagaricus
L. rubrotinctus (Beeli) Singer, 1948 (S; Hu)
Leucocoprinus
L. birnbaumii (Corda) Singer, 1962 (S; Hu)
L. cepistipes (Sowerby) Pat., 1889 (S; Hu)
Lycoperdon
L. perlatum Pers., 1796 (S; Te)
L. umbrinum Pers., 1801 (S; Te)
Macrolepiota
M. procera (Scop.) Singer, 1948 (S; Te)
Amanitaceae
Amanita
A. arkansana H. S. Rosen, 1926 (M; Te)
A. chlorinosma (Austin) Lloyd, 1898 (M; Te)
A. fulva Fr., 1815 (M; Te)
A. gemmata (Fr.) Bertill., 1866 (M; Te)
A. magniverrucata Thiers & Ammirati, 1982 (M; Te)

Simbología: Grupo trófico: M= Micorrízico; S= Saprobio; P= Parásito. Hábitas: Ca= Carbonícola; Hi= Hipogeos; Hu= Humícola; In= Insecto; Li= Lignícola; Mi= Micoparásito; Te= Terrícola.

A. muscaria (L.) Lam., 1783 (M; Te)
A. onusta (Howe) Sacc., 1891 (M; Te)
A. pantherina (DC.) Krombh., 1846 (M; Te)
A. solitaria (Bull.) Fr., 1836 (M; Te)
A. tuza Guzmán, 1975 (M; Te)
A. vaginata (Bull.) Lam, 1783 (M; Te)
A. virosa (Fr.) Bertill., 1866 (M; Te)
Amanita sp. 1 (M; Te)
Amanita sp. 5 (M; Te)
Bolbitiaceae
Conocybe
C. tenera (Schaeff.) Fayod, 1889 (S; Hu)
Panaeolus
Paneolus sp. (S; Hu)
Clavariaceae
Clavaria
C. tenuipes Berk. & Broome, 1848 (S; Hu)
C. vermicularis J.F. Gmel., 1792 (S; Hu)
Clavulinopsis
C. corniculata (Godey) Corner, 1950 (S; Hu)
Cortinariaceae
Cortinarius
C. alboviolaceus (Pers.) Fr., 1838 (M; Te)
C. calochrous (Pers.) Gray, 1821 (M; Te)
C: melliolens Jul. Schäff. ex P.D. Orton, 1960 (M; Te)
C. semisanguineus (Fr.) Gillet, 1874 (M; Te)
C. violaceus (L.) Gray, 1821 (M; Te)
Cortinarius sp. 2 (M; Te)
Phaeocollybia
P. kauffmanii (A.H. Sm.) Singer, 1940 (S; Te)
Sp. 7 (M; Te)
Entolomataceae
Entoloma
E. chalybaeum var. lazulinum (Fr.) Noordel., 1984 (S; Hu)
E. clypeatum (L.) P. Kumm., 1871 (M; Te)
E. lividoalbum (Kühner & Romagn.) Kubička, 1975 (M; Te)
Hydnangiaceae
Laccaria
L. amethystina Cooke, 1884 (M; Te)
L. bicolor (Maire) P.D. Orton, 1960 (M; Te)
L. laccata (Scop.) Fr., 1884 (M; Te)
L. ohiensis (Mont.) Singer, 1947 (M; Te)
L. proxima (Boud.) Pat., 1887 (M; Te)
Hygrophoraceae

Simbología: Grupo trófico: M= Micorrízico; S= Saprobio; P= Parásito. Hábitas: Ca= Carbonícola; Hi= Hipogeos; Hu= Humícola; In= Insecto; Li= Lignícola; Mi= Micoparásito; Te= Terrícola.

Hygrocybe
H. cantharellus (Schwein.) Murrill, 1911 (S; Te)
H. conica (Scop.) P. Kumm., 1871 (S; Te)
H. psittacina (Scop.) P. Kumm., 1871 (S; Te)
H. acutoconica (Clem.) Singer, 1951 (S; Te)
H. virginea (Wulfen) P.D. Orton & Watling, 1969 (S; Te)
Hygrophorus
H. russula (Schaeff.) Kauffman, 1918 (M; Te)
Inocybaceae
Crepidotus
C. mollis (Schaeff.) Staude, 1857 (S; Li)
Crepidotus sp. (S; Li)
Inocybe
I. calamistrata (Fr.) Gillet, 1874 (M; Te)
I. calospora Quél., 1881 (M; Te)
I. confusa P. Karst., 1888 (M; Te)
I. dulcamara (Alb. & Schwein.) P. Kumm., 1871 (M; Te)
I. geophylla var. geophylla (Pers.) P. Kumm., 1871 (M; Te)
I. geophylla var. lilacina Gillet, 1876 (M; Te)
I. grammata Quél. & Le Bret., 1880 (M; Te)
I. lacera (Fr.) P. Kumm., 1871 (M; Te)
I. rimosa (Bull.) P. Kumm., 1871 (M; Te)
Inocybe sp. 1 (M; Te)
Inocybe sp. 2 (M; Te)
Lyophyllaceae
Asterophora
A. parasitica (Bull. ex Pers.) Singer, 1949 (P; Mi)
Lyophyllum
L. decastes (Fr.) Singer, 1951 (M; Te)
Tephrocybe
Tephrocybe sp. (S; Te)
Marasmiaceae
Clitocybula
C. lacerata (Scop.) Singer, 1952 (S; Hu)
Connopus
C. acervatus (Fr.) K.W. Hughes, Mather & R.H. Petersen, 2010 (S; Hu)
Gymnopus
G. alkalivirens (Singer) Halling, 1997 (S; Hu)
G. confluens (Pers.) Antonín, Halling & Noordel., 1997 (S; Hu)
G. dryophilus (Bull.) Murrill, 1916 (S; Hu)
Marasmius
M. cohaerens (Pers.) Cooke & Quél., 1878 (S; Hu)
M. cohaerens var. *lachnophyllus* (Berk.) Gilliam, 1976 (S; Hu)

Simbología: Grupo trófico: M= Micorrízico; S= Saprobio; P= Parásito. Hábitas: Ca= Carbonícola; Hi= Hipogeos; Hu= Humícola; In= Insecto; Li= Lignícola; Mi= Micoparásito; Te= Terrícola.

M. rotula (Scop.) Fr., 1838 (S; Li)
M. spegazzinii Sacc. & P. Syd., 1899 (S; Hu)
Mycenaceae
Hemimycena
Hemimycena sp. (S; Li)
Mycena
M. epipterygia (Scop.) Gray, 1821 (S; Hu)
M. pura (Pers.) P. Kumm., 1871 (S; Hu)
M. galopus (Pers.) P. Kumm., 1871 (S; Li)
Rhodocollybia
R. butyracea (Bull.) Lennox, 1979 (S; Hu)
R. maculata (Alb. & Schwein.) Singer, 1939 (S; Hu)
Xeromphalina
X. campanella (Batsch) Maire, 1934 (S; Li)
Physalacriaceae
Armillaria
A. luteovirens (Alb. & Schwein.) Sacc., 1887 (S; Hu)
A. mellea (Vahl) P. Kumm., 1871 (S; Li)
Oudemansiella
O. canarii (Jungh.) Höhn., 1909 (S; Li)
Pleurotaceae
Pleurotus
P. ostreatus (Jacq.) P. Kumm., 1871 (S; Li)
Pluteaceae
Pluteus
P. albostipitatus (Dennis) Singer 1959 (S; Li)
P chrysophlebius (Berk. & Ravenel) Sacc., 1887 (S; Li)
P. ephebeus (Fr.) Gillet, 1876 (S; Li)
Psathyrellaceae
Coprinellus
C. angulatus (Peck) Redhead, Vilgalys & Moncalvo, 2001 (S; Li)
C. domesticus (Bolton) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson, 2001 (S; Li)
C. micaceus (Bull.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson, 2001 (S; Li)
Psathyrella
P. candolleana (Fr.) Maire, 1913 (S; Hu)
Schizophyllaceae
Schizophyllum
S. commune Fr., 1815 (S; Li)
Strophariaceae
Gymnopilus
G. hemipenetrans Guzm.-Dáv., 1994 (S; Li)
G. sapineus (Fr.) Murrill, 1912 (S; Li)
Gymnopilus sp. (S; Li)

Simbología: Grupo trófico: M= Micorrízico; S= Saprobio; P= Parásito. Hábitas: Ca= Carbonícola; Hi= Hipogeos; Hu= Humícola; In= Insecto; Li= Lignícola; Mi= Micoparásito; Te= Terrícola.

Hypholoma
H. fasciculare (Huds.) Quél., 1871 (S; Li)
Pholiota
P. spumosa (Fr.) Singer, 1948 (S; Li)
P. highlandensis (Peck) A.H. Sm. & Hesler, 1968 (S; Ca)
Tricholomataceae
Clitocybe
C. gibba (Pers.) P. Kumm., 1871 (S; Hu)
C. odora (Bull.) P. Kumm., 1871 (S; Hu)
Collybia
C. polyphylla (Peck) Singer ex Halling, 1983 (S; Hu)
Lepista
L. nuda (Bull.) Cooke, 1871 (S; Te)
Leucopaxillus
L. gentianeus (Quél.) Kotl., 1966 (M; Te)
Omphalina
O. pyxidata (Bull.) Quél., 1886 (S; Li)
Resupinatus
R. applicatus (Batsch) Gray, 1821 (S; Li)
Tricholoma
T. terreum (Schaeff.) P. Kumm., 1871 (M; Te)
Tricholomopsis
T. decora (Fr.) Sing., 1939 (S; Li)
T. rutilans (Schaeff.) Singer, 1939 (S; Li)
Boletales
Boletaceae
Austroboletus
A. gracilis (Peck) Wolfe, 1980 (M; Te)
Boletellus
B. betula (Schwein.) E.-J. Gilbert, 1931 (M; Te)
B. chrysenteroides (Snell) Snell, 1941 (M; Te)
Boletus
B. barrowsii Thiers & A.H. Sm., 1976 (M; Te)
B. chrysenteron Bull., 1791 (M; Te)
B. flaviporus Earle, 1905 (M; Te)
B. variipes Peck, 1988 (M; Te)
Boletus sp. (M; Te)
Buchwaldoboletus
B. hemichrysus (Berk. & M.A. Curtis) Pilát, 1969 (S; Li)
Strobilomyces
S. strobilaceus (Scop.) Berk., 1860 (M; Te)
Tylopilus
T. felleus (Bull.) P. Karst., 1881 (M; Te)
T. subcellulosus Singer & J. García, 1991 (M; Te)

Simbología: Grupo trófico: M= Micorrízico; S= Saprobio; P= Parásito. Hábitas: Ca= Carbonícola; Hi= Hipogeos; Hu= Humícola; In= Insecto; Li= Lignícola; Mi= Micoparásito; Te= Terrícola.

T. plumbeoviolaceus (Snell & E.A. Dick) Snell & E.A. Dick, 1941 (M; Te)

Gomphidiaceae

Chroogomphus

C. ochraceus (Kauffman) O.K. Mill., 1964 (M; Te)

C. tomentosus (Murrill) O.K. Mill., 1964 (M; Te)

Gyroporaceae

Gyroporus

G. castaneus (Bull.) Quél., 1886 (M; Te)

Hygrophoropsidaceae

Hygrophoropsis

H. aurantiaca (Wulfen) Maire, 1921 (S; Hu)

Gyrodon

Gyrodon sp. (M; Te)

Rhizopogonaceae

Rhizopogon

R. ochraceorubens A.H. Sm., 1966 (M; Hi)

R. occidentalis Zeller & C.W. Dodge, 1918 (M; Hi)

R. rubenscens var. *ochraceus* A.H. Sm., 1966 (M; Hi)

Rhizopogon sp. 1 (M; Hi)

Rhizopogon sp. 2 (M; Hi)

Sclerodermataceae

Astraeus

A. hygrometricus (Pers.) Morgan, 1889 (M; Te)

Pisolithus

P. arhizus (Scop.) Rauschert, 1959 (M; Te)

Scleroderma

S. areolatum Ehnreb., 1818 (M; Te)

S. cepa Pers., 1801 (M; Te)

S. dictyosporum Pat., 1896 (M; Te)

S. polyrhizum (J.F. Gmel.) Pers., 1801 (M; Te)

Suillaceae

Suillus

S. brevipes (Peck) Kuntze, 1898 (M; Te)

S. cothurnatus var. *hiemalis* (Singer) A.H. Sm. & Thiers, 1964 (M; Te)

S. granulatus (L.) Roussel, 1796 (M; Te)

S. tomentosus (Kauffman) Singer, 1960 (M; Te)

Suillus sp. (M; Te)

Tapinellaceae

Tapinella

T. atrotomentosa (Batsch) Šutara, 1992 (S; Li)

T. panuoides (Batsch) E.-J. Gilbert, 1931 (S; Li)

Simbología: Grupo trófico: M= Micorrízico; S= Saprobio; P= Parásito. Hábitas: Ca= Carbonícola; Hi= Hipogeos; Hu= Humícola; In= Insecto; Li= Lignícola; Mi= Micoparásito; Te= Terrícola.

Auriculariales
- Auriculariaceae
  - *Auricularia*
    - *A. mesenterica* (Dicks.) Pers., 1822 (S; Li)
- *Incertae sedis*
  - *Guepinia*
    - *G. helvelloides* (DC.) Fr., 1828 (S; Li)
  - *Pseudohydnum*
    - *P. gelatinosum* (Scop.) P. Karst., 1868 (S; Li)

Cantharellales
- Cantharellaceae
  - *Cantharellus*
    - *C. cibarius* Fr., 1821 (M; Te)
  - *Craterellus*
    - *C. cornucopioides* (L.) Pers., 1825 (M; Te)
    - *C. tubaeformis* (Fr.) Quél., 1888 (M; Te)
- Clavulinaceae
  - *Clavulina*
    - *C. cinerea* (Bull.) J. Schröt., 1888 (M; Te)
    - *C. coralloides* (L.) J. Schröt., 1888 (M; Hu)
    - *C. rugosa* (Bull.) J. Schröt., 1888 (M; Hu)

Gloeophyllales
- Gloeophyllaceae
  - *Gloeophyllum*
    - *G. sepiarium* (Wulfen) P. Karst., 1879 (S; Li)

Hymenochaetales
- Hymenochaetaceae
  - *Coltricia*
    - *C. cinnamomea* (Jacq.) Murrill, 1904 (M; Te)
    - *C. focicola* (Berk. & Curt.) Murrill, 1908 (M; Te)
    - *C. perennis* (L.) Murrill, 1903 (M; Te)
  - *Fuscoporia*
    - *F. torulosa* (Pers.) T. Wagner & M. Fisch., 2001 (S; Li)
  - *Inonotus*
    - *I. hispidus* (Bull.) P. Karst., 1880 (S; Li)
  - *Onnia*
    - *O. tomentosa* (Fr.) P. Karst., 1889 (S; Li)

Polyporales
- Fomitopsidaceae
  - *Fomitopsis*
    - *F. pinicola* (Sw.) P. Karst., 1881 (S; Li)
  - *Laetiporus*
    - *L. sulphureus* (Bull.) Murrill, 1920 (S; Li)
  - *Phaeolus*
    - *P. schweinitzii* (Fr.) Pat., 1900 (S; Li)

Simbología: Grupo trófico: M= Micorrízico; S= Saprobio; P= Parásito. Hábitas: Ca= Carbonícola; Hi= Hipogeos; Hu= Humícola; In= Insecto; Li= Lignícola; Mi= Micoparásito; Te= Terrícola.

Postia
P. caesia (Schrad.) P. Karst., 1881 (S; Li)
Ganodermataceae
Ganoderma
G. tsugae Murrill, 1902 (S; Li)
Meripilaceae
Hydnopolyporus
H. fimbriatus (Fr.) D.A. Reid, 1962 (S; Li)
H. palmatus (Hook.) O. Fidalgo, 1963 (S; Li)
Irpex
I. lacteus (Fr.) Fr., 1828 (S; Li)
Polyporaceae
Cryptoporus
C. volvatus (Peck) Shear, 1902 (S; Li)
Echinochaete
E. brachypora (Mont.) Ryvarden, 1978 (S; Li)
Fomes
F. fomentarius (L.) J. Kickx F., 1867 (S; Li)
Hexagonia
H. apiaria (Pers.) Fr., 1838 (S; Li)
H. variegata Berk., 1852 (S; Li)
Neolentinus
N. lepideus (Fr.) Redhead & Ginns, 1985 (S; Li)
Panus
P. crinitus (L.) Singer 1951 (S; Li)
Polyporus
P. brumalis (Pers.) Fr., 1818 (S; Li)
P. tricholoma Mont., 1837 (S; Li)
Trametes
T. hirsuta (Wulfen) Pilát, 1939 (S; Li)
T. versicolor (L.) Lloyd, 1921 (S; Li)
Trichaptum
T. abietinum (Dicks.) Ryvarden, 1972 (S; Li)
Russulales
Auriscalpiaceae
Auriscalpium
A. vulgare Gray, 1821 (S; Li)
Artomyces
A. pyxidatus (Pers.) Jülich, 1982 (S; Li)
Russulaceae
Lactarius
L. chrysorrheus Fr., 1838 (M; Te)
L. deliciosus (L.) Gray, 1821 (M; Te)
L. indigo (Schwein.) Fr., 1838 (M; Te)
L. olympianus Hesler & A.H. Sm., 1979 (M; Te)

Simbología: Grupo trófico: M= Micorrízico; S= Saprobio; P= Parásito. Hábitas: Ca= Carbonícola; Hi= Hipogeos; Hu= Humícola; In= Insecto; Li= Lignícola; Mi= Micoparásito; Te= Terrícola.

L. piperatus (L.) Pers., 1797 (M; Te)
L. pubescens (Fr.) Fr., 1838 (M; Te)
L. sanguifluus (Paulet) Fr., 1838 (M; Te)
L. scrobiculatus (Scop.) Fr., 1838 (M; Te)
Lactarius sp. 1 (M; Te)
Lactarius sp. 2 (M; Te)
Russula
R. amoenolens Romagn., 1952 (M; Te)
R. brevipes Peck, 1890 (M; Te)
R. cyanoxantha (Schaeff.) Fr., 1863 (M; Te)
R. delica Fr., 1838 (M; Te)
R. emetica (Schaeff.) Pers., 1796 (M; Te)
R. foetentula Peck, 1907 (M; Te)
R. herrerae A. Kong, A. Montoya & Estrada, 2002 (M; Te)
R. lutea (Huds.) Fr., 1877 (M; Te)
R. nigricans (Bull.) Fr., 1838 (M; Te)
R. mexicana Burl., 1911 (M; Te)
R. rosea Pers., 1796 (M; Te)
Russula sp. 1 (M; Te)
Russula sp. 2 (M; Te)
Stereaceae
Stereum
S. ostrea (Blume & T. Nees) Fr., 1838 (S; Li)
Sebacinales
Sebacinaceae
Tremellodendron
T. schweinitzii (Peck) G.F. Atk., 1902 (M; Li)
Sebacina
S. incrustans (Pers.) Tul. & C. Tul., 1871 (M; Li)
Thelephorales
Thelephoraceae
Thelephora
T. anthocephala (Bull.) Fr., 1838 (M; Te)
Bankeraceae
Phellodon
P. niger (Fr.) P. Karst., 1881 (M; Te)
Hydnellum
H. caeruleum (Hornem.) P. Karst., 1879 (M; Te)
Geastrales
Geastraceae
Geastrum
G. rufescens Pers., 1801 (S; Te)
G. saccatum Fr., 1829 (S; Te)
G. triplex Jungh., 1840 (S; Te)

Simbología: Grupo trófico: M= Micorrízico; S= Saprobio; P= Parásito. Hábitas: Ca= Carbonícola; Hi= Hipogeos; Hu= Humícola; In= Insecto; Li= Lignícola; Mi= Micoparásito; Te= Terrícola.

Gomphales
Gomphaceae
Ramaria
R. flava (Schaeff.) Quél., 1888 (M; Te)
R. stricta (Pers.) Quél., 1888 (S; Li)
Ramaria sp. (M; Te)
Phallales
Phallaceae
Clathrus
C. ruber P. Micheli ex Pers., 1801 (S; Te)
Dacrymycetes
Dacrymycetales
Dacrymycetaceae
Calocera
C. cornea (Batsch) Fr., 1827 (S; Li)
Dacrymyces
D. palmatus (Schwein.) Burt, 1921 (S; Li)
Dracyopinax
D. spathularia (Schwein.) G.W. Martin, 1948 (S; Li)
Guepiniopsis
G. buccina (Pers.) L.L. Kenn., 1959 (S; Li)
Tremellomycetes
Tremellales
Tremellaceae
Tremella
T. mesenterica Retz., 1769 (S; Li)

Simbología: Grupo trófico: M= Micorrízico; S= Saprobio; P= Parásito. Hábitas: Ca= Carbonícola; Hi= Hipogeos; Hu= Humícola; In= Insecto; Li= Lignícola; Mi= Micoparásito; Te= Terrícola.

Anexo fotográfico

Ascomicetos: a) *Anthracobia melaloma*; b) *Daldinia concentrica*; c) *Helvella atra*; d) *Helvella crispa*; e) *Helvella macropus*; f) *Humaria hemisfaerica*; g) *Hypocrea rufa*; h) *Hypomyces lactifluorum*; i) *Annulohypoxylon thouarsianum* var. *thouarsianum*; j) *Leotia lubrica*; k) *Morchella rufobrunnea*; l) *Otidea onotica*; m) *Otidea alutacea*; n) *Pithya cupressina*; o) *Scutellinia scutellata*; p) *Tarzetta catinus*; q)*Trichoglossum hirsutum*; r) *Xylaria hypoxylon*; s) *Xylaria coccophora*; t) *Xylaria longipes*.

Basidiomicetos: a) *Agaricus sylvicola*; b) *Agaricus xanthodermus*; c) *Amanita arkansana*; d) *Amanita muscaria*; e) *Amanita rubescens*; f) *Amanita verna*; g) *Armillaria mellea*; h) *Asterophora parasitica*; i) *Astraeus hygrometricus*; j) *Boletellus chrysenteroides*; k) *Boletus flaviporus*; l) *Buchwaldoboletus hemichrysus*; m) *Cantharellus cibarius*; n) *Craterellus tubaeformis*; o) *Chroogomphus ochraceus*; p) *Clavulina coralloides*; q) *Entoloma lividoalbum*; r) *Fomitopsis pinicola*; s) *Geastrum rufescens*; t) *Gymnopus confluens*; u) *Gyroporus castaneus*; v) *Hygrocybe conica*; w) *Hygrophorus russula*; x) *Hyphoma fasciculare.*

Basidiomicetos: a) *Inocybe geophylla var. geophylla*; b) *Inocybe rimosa*; c) *Laccaria bicolor*; d) *Laccaria laccata*; e) *Lactarius deliciosus*; f) *Lactarius indigo*; g) *Leucoagaricus rubrotinctus*; h) *Leucocoprinus cepistipes*; i) *Lycoperdon perlatum*; j) *Neolentinus lepideus*; k) *Tapinella atrotomentosa*; l) *Phellodon niger*; m) *Pholiota highlandensis*; m) *Pleurotus ostreatus*; o) *Pluteus chrysophlebius*; p) *Polyporus brumalis*; q) *Psathyrella candolleana*; r) *Ramaria stricta*; s) *Rhodocollybia butyracea*; t) *Russula brevipes*; u) *Russula foetentula*; v) *Scleroderma aerolatum*; w) Suillus *cothurnatus* var. *hiemalis*; x) *Tylopilus subcellulosus*.

Hongos hipogeos. a) *Elaphomyces maculatus*; b) *Pachyphloeus carneus*; c) *Tuber* aff. *puberulum*; d) *Rizhopogon ochraceorubens*; e) *R. occidentalis*; f) *R. rubenscens* var. *ochraceus*; g) *Rizhopogon* sp. 1; h) *Rizhopogon* sp. 2.

4. RIQUEZA, DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE MACROMICETOS

4. Riqueza, diversidad y estructura de la comunidad de macromicetos

4.1 Introducción

Comunidad se define como un conjunto de poblaciones de una misma especie que concurren simultáneamente en el espacio y tiempo (Begon *et al*., 1986). En micología el término comunidad, a lo largo del tiempo ha tenido diferentes definiciones, en la revisión efectuada por Villeneuve y colaboradores mencionan algunas de estas consideraciones: a) un ensamblaje de hongos que interactúan en un mismo microambiente y recurso; b) una combinación de especies encontradas y definidas por un tipo de recurso o sustrato (Villeneuve *et al*., 1991).

La estructura de las comunidades de macromicetos es distinta para cada ecosistema forestal, las diferencias consisten en: la composición y abundancia de las especies, estas diferencias son resultado de una interacción de factores como la composición y estructura de la vegetación, la calidad y cantidad de materia orgánica, las condiciones del microclima, macroclima, altitud, latitud, entre muchos otros factores (Lagàn *et al*., 1999; 2002; Richard *et al*., 2004; Tóth y Feest, 2007).

Tradicionalmente, los estudios de comunidades han valorado las estructuras reproductoras (esporomas) visibles. En las últimas décadas, con el desarrollo de las herramientas moleculares, se han incrementado el número de estudios que abordan las comunidades fúngicas evaluando las estructura somáticas del hongo (Schmit y Lodge, 2005). En los últimos años se han vuelto a retomar los estudios micocenológicos tradicionales, con un mayor interés sobre hongos silvestres comestibles de alto valor comercial, con el objetivo de identificar la influencia de factores que inciden sobre la producción.

En los estudios ecológicos de las comunidades fúngicas, valorando los esporomas en relación a los estudios basados en técnicas moleculares, presentan ventajas y desventajas, según Schmit y Lodge (2005), entre las ventajas de los estudios tradicionales es que cuentan con una lista de especies, el esporoma es la única estructura que permite conocer a una especie que se reproduce sexualmente en torno a ciertas condiciones ambientales, asimismo, son un indicador práctico para el monitoreo de especies, además, permite comparar estudios con otros ecosistemas, sitios,

regiones y realizar meta-análisis, combinando varios estudios y determinando los factores bióticos y abióticos que influyen en las comunidades fúngicas a gran escala.

Los estudios ecológicos que evalúan esporomas presentan algunas desventajas, como el tiempo de ejecución, algunos autores explican que los estudios deben realizarse en un mínimo de 5 a 10 años consecutivos para obtener datos robustos, por lo que la mayoría de los estudios son parciales, otra desventaja es que no existe una correspondencia entre la dominancia de las especies a nivel de esporomas con respecto a la dominancia en micelio o ectomicorrizas (Gardes y Bruns, 1996). La determinación taxonómica es otro aspecto que complica los estudios micocenológicos, la falta de especialistas y de literatura especializada, entre otros aspectos, que puede retrasar los resultados de las investigaciones.

El presente capítulo es un estudio ecológico que aborda aspectos de riqueza y diversidad de macromicetos en relación con las características silvícolas y ambientales del área de estudio, asimismo, se caracterizó la comunidad de macromicetos en relación a la abundancia, biomasa, la frecuencia espacial y temporal de los esporomas durante tres años consecutivos de monitoreo.

4.2 Antecedentes

Los primeros estudios micocenológicos se iniciaron en Europa con Gilbert (1929), Haas (1932), Höfler (1937) y Leischner-Siska (1939) (citados por Darimont, 1973). En México de manera formal los estudios ecológicos se vienen realizando desde la década de los ochenta y se pueden agrupar en cuatro líneas de investigación (Pérez-Moreno, 1994):

- Fenología reproductora en relación a factores macroclimáticos
- Abundancia (número y biomasa) de esporomas
- Estudios ecológicos con interés práctico, desde una perspectiva forestal (sucesión e inóculos)
- Estructura (riqueza, diversidad, grupos tróficos), en relación con las diferentes comunidades vegetales

Es de destacar que en México la mayoría de los estudios ecológicos con macromicetos se han desarrollado en regiones templadas. Entre los trabajos representativos está el de Guzmán (1958), sobre la fenología de algunas especies de hongos del género *Psilocybe*; Guzmán-Dávalos y Guzmán (1979) comparan hongos macromicetos provenientes de zonas templadas y tropicales, concluyen que hay diferencias en cuanto el hábitat, reportan más hongos lignícolas en bosques tropicales y más humícolas en bosques templadas, observan que la mayoría de los hongos comestibles se encuentran en los bosques templados y la similitud entre las comunidades fúngicas entre estos dos ecosistemas es baja; mientras que, Villarreal y Guzmán (1985 y 1986) y Villarreal (1994), hacen observaciones de la fenología de hongos comestibles en Cofre de Perote en el Estado de Veracruz; González-Velásquez y Valenzuela (1993) estudian la fenología de algunos *Boletus* del Estado de México; Chacón y Guzmán (1995), realizan observaciones fenológicas para 10 especies durante cuatro años en el Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero de la ciudad de Xalapa, Veracruz; en Michoacán, Gómez-Reyes (2002) describe la fenología de *Amanita caesarea* e *Hypomyces lactifluorum* en bosques de pino-encino en la comunidad de Atécuaro en Michoacán.

En México, los estudios para evaluar la producción de macromicetos en los bosques mexicanos se iniciaron en la década de los ochenta, en los bosques del volcán Cofre de Perote en el estado

de Veracruz, en donde se evaluó la producción de hongos silvestres comestibles (Villarreal y Guzmán, 1985 y 1986; Villarreal, 1994), estas investigaciones han mostrado las fluctuaciones anuales, en estrecha relación con factores climáticos y humanos, logrando comparar los resultados con otros años e incluso con otras entidades del país. Bandala *et al.* (1994) evaluaron la producción de 20 especies de hongos comestibles en la misma zona, como una continuación a los trabajos anteriores y así poder hacer una comparación de los resultados.

Por su parte, Zamora-Martínez (1994) realizó un estudio sobre el potencial reproductivo de los hongos comestibles de la región central de México, con datos sobre la biomasa en diferentes rodales y los requerimientos ecológicos de las especies de interés comercial; al mismo tiempo, Zamora-Martínez y Pascual-Pola (1995), estudió la producción de 29 especies de hongos comestibles en una plantación de *Pinus montezume* en la subcuenca Arroyo el Zorrillo, Distrito Federal; Arteaga-Martínez y Moreno-Zárate (2006) evaluaron la productividad de hongos comestibles silvestres en dos bosques, uno de *Pinus hartwegii* y otro de *Abies religiosa* en Santa Catarina del Monte, Estado de México, los autores establecieron cinco parcelas de 1 ha, tres en bosque de pino y 2 en bosque de oyamel y se registraron especies con una producción de 107,3 kg/ha para el bosque de pino y 214,1 kg/ha en el bosque de oyamel.

Garibay-Orijel *et al*. (2009) evaluaron la disponibilidad de hongos comestibles silvestres en los bosques de pino-encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca durante dos años (2001 y 2002) mediante transectos aleatorios de 4 x 33 m de largo, encontraron que seis especies acumulan el 80% de la productividad total. Existen pocos trabajos para zonas tropicales, entre los que se encuentra el de Sánchez *et al*. (1993), quienes evaluaron la producción de *Cookeina sulcipes* en una plantación de cacao en el Campo Experimental Rosario Izapa, en Tapachula, Chiapas, donde se obtuvo una producción de 31,78 – 64,62 kg/ha por año.

En Michoacán destaca un trabajo realizado por Sánchez (1982), quien evaluó el número de cuerpos fructíferos y la producción en kg/ha para *Russula brevipes*, en una plantación de *Pinus pseudostrobus* en el Campo Experimental Forestal Barranca del Cupatitzio, donde obtuvo una producción de 660,9 kg/ha por año; González (1986) evaluó la productividad de hongos comestibles y venenosos por hectárea en bosques de *Pinus-Quercus*, en el municipio de

Tlalpujahua y Senguio; Mendoza y Martínez (1994) registraron la producción de *Russula brevipes* e *Hypomyces lactifluorum* en bosque de pino–encino, en el municipio de Villa Madero; en tanto, Gómez-Reyes (2002) registra la producción de *Amanita caesarea* e *Hypomyces lactifluorum* en la comunidad de Atécuaro, municipio de Morelia; el mismo autor en 2005 reporta la diversidad de esporomas de hongos ectomicorrícicos mediante la evaluación de la biomasa en ochos parcelas de 0,1 ha en el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, en donde registra 50 especies de hongos ectomicorrícicos con una biomasa total de 1,30 kg y siete especies que contribuyeron con el 67,8% de la biomasa total (Gómez-Reyes, 2005; Gómez Reyes *et al*., 2011).

4.3 Objetivos

4.3.1 Objetivo general

- Evaluar la riqueza, diversidad alfa y beta, así como la composición y estructura de la comunidad de macromicetos, en relación a los factores silvícolas y ambientales en el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Uruapan, Michoacán, México.

4.3.2 Objetivos específicos

- Determinar la composición de especies mediante el monitoreo de parcelas permanentes.

- Analizar las relaciones entre riqueza, diversidad de macromicetos y variables silvícolas y ambientales.

- Analizar la composición y estructura de la comunidad de macromicetos.

4.4 Materiales y métodos

4.4.1 Establecimiento de parcelas de muestreo

Los estudios de comunidades con macromicetos presentan varios inconvenientes que se deben tener en cuenta y con ello aceptar las limitanciones, tradicionalmente se valoran los esporomas, lo cual restringe los estudios a la época de aparición (lluvias), además se debe considerar que la mayoría de los esporomas son estructuras efímeras y presentan fluctuaciones cuantitativas y cualitativas a lo largo de los años (Arnolds, 1995).

Los estudios cualitativos y cuantitativos de una comunidad fúngica han sido ampliamente abordados en Europa y Norteamérica, sin embargo, no existe un consenso en la homogenización del muestreo. En la Tabla 4.1 se presenta la diversidad en los diseños del muestreo, principalmente en el tamaño y número de parcelas muestreadas.

Cabe destacar que para el diseño del muestreo se deben considerar al menos cinco aspectos: 1) tamaño, 2) forma, 3) número de parcelas, 4) intensidad y 5) duración del muestreo.

En relación al tamaño de la parcela, en los diversos trabajos publicados no se establece un área mínima de muestreo, entre otras razones se debe a las fluctuaciones espaciales y estacionales que presentan las fructificaciones año con año (Fogel, 1981; Arnolds, 1995); entre los diversos trabajos se pueden encontrar parcelas de 0,1 a 1 ha de muestreo, no obstante, la mayoría de los trabajos utilizan parcelas que oscilan entre 0,04 y 0,2 ha, algunos autores proponen un área mínima de muestreo para zonas boscosas de 0,1 ha, con un mínimo de cinco parcelas por tipo de comunidad (Kalammes, 1979; Arnolds, 1992; Mueller *et al*., 2004), mientras que otros autores consideran que una superficie adecuada deberá ser entre 0,15 y 0,2 ha (Jansen, 1981), al final cada investigador decide el diseño a utilizar en función a sus necesidades, tiempos, costos y objetivos del estudio.

Tabla 4.1. Resumen de distintos diseños de muestreo utilizados en Europa y Norte América.

Tipo de bosque	No. de sp.	Tamaño de las parcelas m^2	No. de parcelas	Años de muestreo	Ubicación	Referencia
Coníferas boreales, bosques mixtos y turberas.	125	100	596	1	Finlandia	Salo, 1993
Pino, abeto y abedul	69	200	36	3	Finlandia	Ohenoja, 1978
Abetos	132	225	10	3	Noruega	Gulden *et al*., 1992
Oligotróficos en tres sitios	99 68	225 225	10 10	3 3	Noruega Alemania	
Bosques oligotróficos de pino	54	750	25	3	Finlandia	Hintikka, 1998
Plantación de pino	25	200	10	1	Inglaterra	Hora, 1959
Plantación de pino	12	4	12	5	Escocia	Richardson, 1970
Turberas, abeto y abedul	60	1	130	3	Dinamarca	Lange, 1948
Robledal ácido	102	1000	29	4	Países Bajos	Jansen, 1984
Hayedo	24	5	295	5	Suecia	Tyler, 1985
Bosque deciduo	70	500	228	4	Suecia	Tyler, 1989
Abeto	27 35	256 256	6 6	3 3	Virginia del Este	Bills *et al*., 1986
Maple-abedul amarillo	37	400	5	2	Quebec	Villeneuve *et al*., 1989
Abeto	30	400	5	2		
Abeto negro-musgo	26	400	5	2		
Abeto negro-cladina	28	400	5	2		
Bosques mixtos de coníferas y frondosas	180	400	11	2	Quebec	Nantel y Neumann, 1992
Abeto Douglas de 40 a 60 años	24	1 100	50 4	3	Oregon	Fogel, 1976
Aliso y abedul	18	1000	4	1	Alaska	Brunner *et al*., 1992
Pinar	56	Sin parcela	--	2	Alberta	Danielson, 1984
Bosque de aspen	43	Sin parcela	3	3	Montana, Idaho	Cripps y Miller, 1993
Abeto negro	46	Sin parcela	22	2	Minnesota	Doudrick *et al*., 1990

Fuente: Leacock (1997).

Sobre la forma de las parcelas, es otro aspecto del muestreo donde existe una gran disparidad entre los estudios, desde parcelas rectangulares, cuadradas, circulares, transectos, con o sin subparcelas, etc. (Straatsma *et al*., 2001; Mueller *et al*., 2004; Schmit y Lodge, 2005), incluso combinación de ellos. En los últimos años se ha tratado de unificar los criterios, una propuesta consiste en colocar 10 parcelas en el área de estudio, sugiriendo que sea lo más homogénea posible y evitar el efecto de borde; cada transecto es de 100 m, se colocan los 10 transectos a una distancia de 10 m entre cada uno; en cada transecto se muestrean 20 subparcelas de 0,0005 ha (a 5 m de distancia una de otra), lo que hace una superficie total de 0,01 ha por transecto y 0,1 ha por parcela (Mueller *et al*., 2004).

En cuanto a la duración del muestreo, se conoce bien que los estudios micocenológicos requieren ser trabajos a largo plazo, se ha demostrado que incluso después de 20 años de monitoreo continuo se sigue adicionando nuevas especies (Watling, 1995; Tofts y Orton, 1998; Straatsma *et al*., 2001). Muchas especies no fructifican anualmente, debido a una variación anual en las condiciones ambientales y, por otro lado, a que los esporomas son efímeros, por lo tanto los cambios sucesionales no son bien conocidos. Por ello, se sugiere que los estudios sean por lo menos de cinco años de monitoreo y preferentemente 10 años (Lodge *et al*., 2004), lo que conlleva contar con recursos económicos suficientes para solventar un trabajo de campo por largo periodo.

Por la naturaleza de las estructuras a valorar, la intensidad del muestreo es otro factor a considerar al diseñar el muestreo. En los estudios micocenológicos el esfuerzo de muestreo debe ser mayor durante la temporada de lluvias, varios autores coinciden que las parcelas pueden ser revisadas en lapsos de una a dos semanas (Lodge *et al*., 2004; Mueller *et al*., 2004).

Considerando los factores expuestos, para el presente estudio se decidió establecer 24 parcelas permanentes de 3 x 100 m (0,03 ha). En total se muestrearon por año 0,72 ha de superficie para todo el PNBC que consta de 452 ha.

La ubicación de las parcelas se realizó considerando abarcar la heterogeneidad del área de estudio, se consideraron dos características básicas que influyen en la aparición y riqueza de las

especies de macromicetos, la altitud y tipo de vegetación, el área presenta un gradiente altitudinal entre 1690 y 2136 m, se dividió en dos secciones utilizando la cota de 1900 m, se ubicaron 13 parcelas por arriba y 11 por debajo de dicha cota.

Se identificaron tres tipos de vegetación: bosque de pino, bosque de pino-encino y el denominado arboretum, que es una plantación con especies introducidas de los géneros *Eucalyptus*, *Pinus* y *Cupressus*. Las 24 parcelas se distribuyeron de la siguiente manera: tres con vegetación introducida (arboretum), 10 en bosque de pino-encino y 11 en vegetación de pino.

Para caracterizar la información silvícola de cada una de las parcelas de muestreo, se realizó una evaluación en una superficie de 0,1 ha, en la cual se incluyó la parcela de 0,03 ha. Entre los datos considerados para la evaluación son: la altura promedio del estrato arbóreo utilizando una pistola Haga. La densidad del estrato arbóreo se calculó por medio del conteo de los individuos en la unidad de muestreo, para lo cual se dividió en pinos (P), encinos (Q), otros (donde se incluyó a otras especies arbóreas) y total (T). Se calculó la edad del árbol promedio (pino) utilizando un taladro de Pressler a una altura de 1,30 m. El diámetro del árbol promedio (pino) a la altura del pecho (DAP) con la ayuda de una forcípula a una altura de 1,30 m. Se calculó el porcentaje de la cobertura de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, profundidad de hojarasca y humus, la exposición de la parcela y la pendiente de la parcela expresada en porcentaje.

4.4.2 Recolecta de macromicetos

Los hongos se dividen en macromicetos y micromicetos dependiendo de sí las estructuras resproductoras son visibles o no. Varios autores han definido los límites para un hongo macromiceto, por ejemplo, Villeneuve *et al*. (1989) definen a los macromicetos como las estructuras reproductoras conspicuas mayores de 1 cm, mientras que otros autores, refieren que un macromiceto como aquellos esporomas de 1 o 2 mm (Arnolds, 1981; Senn-Irlet y Bieri, 1999).

Para el presente trabajo los macromicetos se definen como aquellos ascomas y basidiomas que presentan un tamaño mayor a 1 cm, no obstante, se recolectaron ejemplares de menor tamaño que por el tipo de crecimiento son conspicuos.

Las parcelas se recorrieron quincenalmente durante tres años consecutivos (2008-2010), entre los meses de julio a diciembre, que son los meses de mayor actividad en la producción de esporomas.

Se recolectó todo el material fúngico encontrado en las parcelas, el cual se colocó en bolsas de papel encerado o papel aluminio, se transportaron en canasta de mimbre y posteriormente los ejemplares fueron descritos, fotografiados y herborizados, siguiendo la propuesta de Cifuentes *et al*. (1986) y Halling (1996).

4.4.3 Determinación taxonómica

La determinación taxonómica es otro de los aspectos que se considera como un reto para realizar los estudios micocenológicos en México, debido a la escasa literatura sobre la micobiota mexicana. Guzmán (2008) menciona que hay avances en el conocimiento de macromicetos en México, sin embargo, el autor recalca el poco trabajo que se ha realizado por monografiar las especies mexicanas, por tal motivo, aún se sigue consultando la literatura Norteamericana y Europea.

La determinación taxonómica del material, se realizó apoyado en características macroscópicas y microscópicas según Largent *et al*. (1984). Se consultó bibliografía especializada, diversas claves taxonómicas y monografías, como las obras de Heser y Smith (1979), Guzmán (1979), Halling (1983), Jenkins (1986), Singer *et al*. (1990, 1991 y 1992), Arora (1986), Dennis (1978), Llamas y Terrón (2003), Bessette *et al*. (1997), entre otras.

La ordenación sistemática de las especies se basó en la clasificación propuesta por Kirk *et al*. (2008), mientras que los nombres científicos y autores para cada una de las especies se consultó el *Index fungorum* (www.indexfungorum.org).

El material se encuentra depositado en la colección de macromicetos del Herbario de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (EBUM) siglas de acuerdo al *Index herbariorum* (Thiers, 2011).

4.4.4 Riqueza y estimaciones de la riqueza de macromicetos

La riqueza de especies es el parámetro más usado para evaluar la diversidad fúngica, se define como la enumeración de las especies que se encuentran en una localidad por unidad de muestra, área, hábitat o sustrato, es una expresión con la cual se obtiene una idea rápida y sencilla sobre la diversidad (Magurran, 1989; Zak y Willig, 2004).

Para el presente trabajo se registra la riqueza de especies (S) para cada una de las parcelas y área total (PNBC), así como la riqueza por año de muestreo. Además, se calcularon diversos estimadores de riqueza de tipo no paramétricos, los cuales no asumen una distribución particular que se ajuste a un modelo determinado. En este trabajo se analizan varios estimadores como son: Jacknife de primer y segundo orden, ICE, Chao1 y Chao2, con ayuda del programa StimateS versión 8 (Colwell, 2006).

4.4.5 Abundancia y biomasa de macromicetos

Además de conocer la riqueza de especies en una parcela, los estudios micocenológicos permiten obtener información de tipo cuantitativo, el cual consiste en asignar un valor a cada una de las especies de macromicetos, para lo cual se considera la abundancia como el número de esporomas y la biomasa en peso fresco de los esporomas de cada especie.

La abundancia absoluta (AA) de una especie ($_{spi}$), se define como la sumatoria de cada uno de los esporomas de cada especie por parcela. La abundancia anual de esporomas para una especie (Aa_{spi}) se obtuvo al sumar cada una de las abundancias absolutas (AA_{spi}) correspondiente a las 24 parcelas ($S_{1...24}$); la abundancia total de una especie (At_{spi}) se reporta como la sumatoria de las tres abundancias anuales, y la abundancia absoluta total (AAt) corresponde a la sumatoria de las abundancias totales de cada especie; mientras, la abundancia relativa para una especie

(Ar_{spi}) se obtiene con la relación de la abundancia total de la especie (At_{spi}) dividida entre la abundancia absoluta total (AAt) multiplicado por 100.

El segundo atributo es la biomasa, el caul corresponde al peso fresco de los esporomas de cada especie. La biomasa se obtuvo en una balanza granataria con capacidad de 2,0 kg con un grado de precisión de 0,0001 kg. La biomasa absoluta (BA) de una especie ($_{spi}$) se define como la sumatoria de la biomasa de cada uno de los esporomas de cada especie. La biomasa anual para una especie (Ba_{spi}) se obtiene al sumar cada una de la biomasa (BA_{sp}) de las 24 parcelas ($S_{1\ldots24}$); la biomasa total de una especie (Bt_{spi}) se reporta como la sumatoria de los tres años de la biomasa anual de la especie y la biomasa absoluta total (BAt) corresponde a la sumatoria de la biomasa total de cada especie; mientras, la biomasa relativa para una especie (Br_{spi}) se obtiene con la relación de la biomasa total de la especie (Bt_{spi}) dividida entre la biomasa absoluta total (BAt) multiplicado por 100.

La frecuencia temporal (Ft) para cada especie, se define como la relación del número de años en que se registró entre el total de años posibles de aparición (3), multiplicado por un factor de corrección (10), obteniendo valores de 3,3; 6,6 y 10 para las especies que aparecieron uno, dos o tres años, respectivamente.

La distribución espacial (Ds) de una especie, se define como la relación del número de parcelas registrada entre el número total de parcelas (24), multiplicando el valor por un factor de corrección (10). El factor de corrección es para asignar un valor homogéneo con los valores de abundancia de número de esporomas y biomasa.

4.4.6 Diversidad de macromicetos

La diversidad es una medida más compleja que la riqueza de especies, donde se conjuntan dos atributos de las comunidades: la riqueza y la equitatividad de las especies (Magurran, 1989; Zak y Willig, 2004), la cual depende del tamaño de muestra y del patrón de muestreo, el valor que se obtiene suele ser más difícil de interpretar que el valor de riqueza de especies (Gaston, 1996).

Para medir la diversidad de los macromicetos presentes en cada una de las parcelas y del área total, se utilizó el índice de Shannon (H'), donde se considera que los individuos se muestrean al azar a partir de una población infinita, además, se asume que todas las especies están representadas en la muestra (Magurran, 1989). El índice se basa en la riqueza de especies combinando el número de especies y la igualdad o desigualdad en la distribución de los individuos de cada especie:

$$H' = \sum_{i=1}^{s} (pi)\,(log_2 pi)$$

Donde:
H'= Índice de diversidad de especies
S= Número de especies
pi= Proporción total de la muestra que corresponde a la especie *i*

Además se calcularon dos índices más: Simpson y alfa de Fisher, con la finalidad de contrastar la información obtenida por Shannon.

$$D = \Sigma(n_i^2 - n_i)/(N^2 - N)$$

Donde:
D= Índice de Simpson
n= Número de individuos a la iesima especie
N= número total de individuos de la muestra

$$S = \alpha \ln\left(1 + \left(\frac{\mathrm{N}}{\alpha}\right)\right)$$

Donde:
S= El numero de especies en una muestra
N= Número total de individuos de la muestra
α (Alfa de Fisher)= Es una constante independiente de *N*

La abundancia de cada especie se representa con el número de esporomas y la biomasa de cada especie. Los cálculos de los índices de diversidad de Shannon, Simpson y Alfa de Fisher se realizaron con el programa StimateS versión 8 (Colwell, 2006).

Magurran (1989) sugiere que el mismo acercamiento para medir la diversidad entre gradientes o unidades de muestreo (diversidad beta) puede usarse para evaluar los cambios en la

composición de especies en el tiempo. Con la finalidad de conocer los cambios entre los años de muestreo se calcularon los índices de Jaccard, Sorensen cualitativo y cuantitativo.

Jacard $CJ = jl(\mathrm{a} + \mathrm{b} - j)$

Donde:
J= número de especies encontradas en ambos sitios.
a= número de especies de la localidad A.
b= número de especies de la localidad B.

Sorensen $C_N = \frac{2jN}{(aN+bN)}$

Donde:
aN= número total de individuos en la sitio A
bN= número total de individuos en el sitio B
jN= suma de las abundancias menores de las especies halladas en ambos sitios

4.4.7 Caracterización de la comunidad de macromicetos

Uno de los propósitos de los estudios micocenológicos es conocer la composición de las comunidades fúngicas y conocer como se encuentra la dominancia de las especies, así como las relación que se tiene con varios factores como son los medioambientales, de ahí la importancia de conocer que especies son las dominantes.

Con los datos anteriores de las abundancias, biomasa, frecuencia temporal y distribución espacial de los macromicetes se obtuvo el índice de importancia relativa (IIR) para cada una de las especies, el cual es una modificación del usado por Nantel y Neumann (1992), Giachini *et al.* (2004) y Garibay *et al*. (2009), y se define como la suma de la abundancia relativa (Ar), biomasa relativa (Br), frecuencia temporal relativa (Ftr) y la distribución espacial relativa (Dsr) para cada especie.

$$IIR = Ar + Br + Ftr + Dsr$$

Con base en lo anterior, se establecieron las categorías para caracterizar la comunidad de macromicetos, de la siguiente manera:

I. Especies dominantes
II. Especies abundantes
III. Especies frecuentes
IV. Especies ocasionales
V. Especies esporádicas

4.4.8 Relación entre la riqueza de especies, diversidad, abundancia y biomasa de esporomas con respecto a los factores silvícola-ambientales

Uno de los objetivos de los estudios micocenológicos es encontrar patrones que puedan explicar el comportamiento de las especies, poblaciones e inclusive comunidades en relación a factores ambientales como los climáticos, de vegetación, suelo, entre otros. Es claro que la producción de esporomas de los hongos macromicetos se encuentran regulados por una serie de factores que interactúan e influyen en la distribución. Estos factores varían de zona geográfica, es decir, un factor puede incidir de manera importante en un territorio determinado y este mismo factor puede no tener la misma influencia en otra área, con el objetivo de conocer los factores ambientales que influyen en la distribución y/o fructificación de los hongos. En el área de estudio, se midieron una serie de variables que expliquen algún patrón de comportamiento de los hongos presentes.

Con el programa JMP versión 6 (SAS, 2005) se estimó el coeficiente de correlación de Spearman para la riqueza de especies, índice de diversidad de Shannon, abundancia y biomasa de esporomas en relación a las variables silvícolas y ambientales de cada una de las parcelas monitoreadas.

4.5 Resultados y discusión

4.5.1 Descripción de las parcelas de muestreo

Las características dasométricas de cada parcela se muestran en la Tabla 4.2. Las parcelas se distribuyeron en el área de estudio intentando abarcar la heterogeneidad del terreno, basándose en la altitud y tipo de vegetación.

La nomenclatura para cada parcela hace referencia a la sección donde se ubica, las parcelas con la letra c (campamento donde se ubican las instalaciones administrativas del PNBC) se refieren a la sección por debajo de la cota de 1900 m, mientras que la letra t (torre de observación) por arriba de la cota de 1900 m.

Se establecieron 24 parcelas, 13 se ubican por arriba de la cota de 1900 m y 11 por abajo, mientras que por tipo de vegetación se distribuyeron de la siguiente manera: tres con vegetación introducida (arboretum), 10 en bosque de pino-encino y 11 en vegetación de pino (ver Figura 4.1).

Figura 4.1. Parcela de muestreo seccionada en bosque de pino.

En las parcelas se identificaron otros elementos arbóreos asociados al tipo de vegetación, como: *Clethra mexicana*, *Fraxinus uhdei*, *Ilex brandegeana*, *Prunus serotina*, *Arbutus xalapensis* y *Simplocus* sp., además de especies introducidas como: *Casuarina equisetifolia*, *Eucaliptus* spp., *Cupressus lindleyi*, *Pinus chapensis*, *P. herrerae*, *P. oaxacana*, entre otras especies.

En promedio, la densidad del estrato arbóreo de las 24 parcelas es de 28,8 individuos, con una fluctuación entre 6 y 48 individuos por parcela, en cuanto a la densidad de pinos, las parcelas presentaron una variación entre 2 y 29 individuos, mientras la densidad de encinos, hubo parcelas sin individuos y otras donde se alcanzan los 42 individuos.

La edad promedio del arbolado, refiriéndose al género *Pinus*, es de 43 años con una altura de 31,1 m y un DAP de 0,40 m, las coberturas del dosel entre las parcelas se reportan entre el 15 y 85%, mientras que las coberturas del estrato arbustivo y herbáceo se reportan entre el 1 y 95%.

Tabla 4.2 (1 de 2). Características silvícolas y ambientales de las parcelas de estudio.

P	UA	Coordenadas		Alti m	TdV	Asociación vegetal	Densidad estrato arbóreo				Alt m	Ed	DAP cm	Cobertura %			Pro cm		Ex	Pen %
		Lat	Long				T	P	Q	O				Arb	arb	her	Hoj	Hum		
1c	To-P<1900	80428,77	2150606,88	1860	Pino	*Pinus douglasiana; Clethra mexicana; Fraxinus uhdei; Ilex brandegeana*	38	27	0	11	37.5	53	40	85	55	18	19	7	E	21
2c	l-Pq<1900	804174,47	2150685,90	1874	Pino-encino	*Pinus douglasiana; P. lawsonii; Quercus obtusata; Prunus serotina*	34	23	10	1	28	31	30	65	70	6	17	8	S	75
3c	l-Pq<1900	804643	2150571,13	1820	Pino-encino	*Pinus douglasina; P. lawsonii; P. teocote*	24	24	0	0	35.5	51	35	71	30	92	10	18	S	10
4c	To-P<1900	804817,99	2150435,65	1790	Pino	*Pinus douglasiana; P. lawsonii; Clathra mexicana; Fraxinus uhdei*	20	15	0	5	36	61	45	75	20	90	5	8	E	37
5c	To-P<1900	805047,52	2150565,48	1776	Pino	*Pinus pseudostrobus; P. michoacana; P. patula; P. douglasiana; P. leiophylla*	22	22	0	0	33	37	40	55	64	61	3	3	E	7
6c	l-Pq<1900	805467,14	2150748	1750	Pino-encino	*Pinus douglasiana; P. lawsonii; Quercus obtusata; Clethra mexicana*	22	13	7	2	27	56	50	80	55	35	6	4	O	4
7c	To-Pq<1900	805672,24	2150426,24	1732	Pino-encino	*Pinus douglasiana; P. lawsonii; Quercus obtusata; Q. costanea; Clethra mexicana*	33	18	5	10	24.6	32	30	48	21	47.5	8	7	N	12
8c	l-P<1900	805924,38	2150461,93	1700	Pino	*Pinus dougasiana; P. lawsonii; P. pseudostrobus; Quercus obtusata; Q. conspersa.*	16	14	1	1	28	36	30	23	42	92	7	5	O	10
9c	l-P<1900	806016,57	2150260,66	1690	Pino	*Pinus patula; P. strobiformis; P. gregi; Prunos serotina*	24	24	0	0	28	44	40	53	45	84	4	4	SE	5
11c	To-Pq<1900	803959,97	2150467,64	1875	Pino-encino	*Pinus lawsonii; P. douglasiana; P. montezumae; Quercus obtusata; Arbutus xalapensis*	29	26	2	1	22	29	30	60	52	55	11	12	E	22
12c	To-Pq<1900	805324,14	2150497,74	1760	Pino-encino	*Pinus leiophylla; P. patula; P. pseudostrous; P. douglasiana; Simplocus sp.; Clethra mexicana; Fraxinus uhdei; casuarina equisetifolia*	35	27	0	8	28.5	35	35	62	30	95	5	2.5	N	5

Notas: P= parcela; UA= unidad ambiental; Lat= latitud; Log= longitud; Alti= altitud; TdV= tipo de vegetación; T= total; P= pinos; Q= encinos; O= otros; Alt= altura del árbol promedio del género *Pinus*; Ed= edad del árbol promedio del género *Pinus*; DAP= diámetro a la altura del pecho del árbol promedio del género *Pinus*; Arb= cobertura del estrato arbóreo; arb= cobertura del estrato arbustivo; her= cobertur del estrato herbáceo; Pro hoj= profundidad de la capa de hojarasca; Pro hum= profundidad de la capa de humus; Ex= exposición de la

Tabla 4.2 (2 de 2). Características silvícolas y ambientales de las parcelas de estudio.

P	UA	Coordenadas		Alti	TdV	Asociación vegetal	Densidad estrato arbóreo				Alt	Ed	DAP	Cobertura %			Pro cm		Ex	Pen
		Lat	Long	m			T	P	Q	otros	m		cm	Arb	arb	her	Hoj	Hum		%
3T	To-Pq>1900	803028,57	2151699,99	2090	Pino-encino	*Quercus obtusata; Q. castanea; Pinus douglasiana, P. lawsonii; Arbutus xalapensis*	48	2	42	4	31.5	55	60	82	88	1	12	7	S	50
4T	To-P>1900	802885,57	2151893,90	2060	Pino	*Pinus douglasiana; P. leiophylla; Quercus obtusata, Clethra mexicana*	37	29	6	1	32.5	39	45	82	72	1	9	5	NO	30
5T	To-P>1900	803015,40	2151927,77	2036	Pino	*Pinus douglasiana; P. leiophylla; P lawsonii; Quercus obtusata, Clethra mexicana*	37	25	11	1	28.5	33	30	85	75	1	6	6	N	23
6T	To-P>1900	802831,00	2151826,16	2069	Pino	*Pinus douglasiana; P. leiophylla; P lawsonii; Quercus obtusata, Clethra mexicana*	39	18	20	1	28	33	40	44	70	1	6	5	NO	35
7T	l-Pq>1900	803412,42	2151954,11	2000	Pino-encino	*Pinus michoacana; P. lawsonii; Quercus obtusata; Q. castanea; Arbutus xalapensis*	26	7	17	2	33.5	55	45	20	92	1	10	8	N	40
8T	l-Ar>1900	803280,71	2151639,88	1985	Eucalipto-pino	*Eucaliptus spp.; Arbutus xlapensis; Quercus castanea; Q. obtusata; Pinus douglasiana; P. lausonii*	33	7	9	17	22.5	30	35	30	85	20	5	3	SE	25
9T	l-Ar>1900	803365,38	2151530,75	1991	Cupressus -Pino	*Cupressus lindleyi; Pinus michoacana; P. herrerae; P. teocote; P. douglasiana; P. oaxacana; Quercus obtusata; Clethra mexicana*	31	14	1	16	35.5	40	35	85	90	20	4	8	NE	4
10T	l-Ar>1900	803301,41	2151432,91	1977	Pino	*Pinus chapensis; P. lawsonii; P. douglasiana; P. michoacana*	29	29	0	0	30.5	35	25	40	60	90	5	7	E	15
11T	l-P>1900	803122,65	2151295,55	2000	Pino	*Pinus douglasiana; P. lawsonii; P. michoacana; Quercus obtusata; Arbutus xalapensis*	17	11	5	1	37.5	53	50	35	90	1	10	5	E	30
12T	l-Pq>1900	802940,14	2151034,00	2000	Pino-encino	*Pinus douglasiana; P. lawsonii; P. leiophylla; Quercus obtusata; Q. castanea; Arbutus xalapensis*	47	15	29	3	29	30	35	60	85	1	12	7	O	26
13T	l-P>1900	803713,48	2151534,51	1945	Pino	*Pinus douglasiana; P. lawsonii; Ilex brandegeana*	6	5	0	1	40.7	82	65	50	85	1	5	6	SO	45
14T	l-P>1900	804027,71	2151190,18	1920	Pino	*Pinus douglasiana; Quercus obtusata; Q. castanea; Q. conpersa; Lipia sp.*	18	12	4	2	34.5	39	40	40	90	10	5	3	NO	12
15T	l-Pq>1900	803527,20	2151171,36	1953	Pino-encino	*Pinus leiophylla; Quercus obtusata; Q. candicans; Q. castanea; Arbutus xalapensis*	28	2	25	1	36	63	50	15	95	15	7	4	NE	28

Notas: P= parcela; UA= unidad ambiental; Lat= latitud; Log= longitud; Alti= altitud; TdV= tipo de vegetación; T= total; P= pinos; Q= encinos; O= otros; Alt= altura del árbol promedio del género *Pinus*; Ed= edad del árbol promedio del género *Pinus*; DAP= diámetro a la altura del pecho del árbol promedio del género *Pinus*; Arb= cobertura del estrato arbóreo; arb= cobertura del estrato arbustivo; her= cobertur del estrato herbáceo; Pro hoj= profundidad de la capa de hojarasca; Pro hum= profundidad de la capa de humus; Ex= exposición de la

4.5.2 Riqueza de especies

Se realizaron 30 exploraciones durante los tres años de muestreo (dos por mes durante la temporada de lluvias -julio a octubre- y una salida en noviembre y diciembre). En total se registraron 211 taxones (Anexo 4.1), 23 corresponden al Phyllum Ascomycota distribuidos en ocho familias y 11 géneros, los mejor representados son *Helvella* y *Xylaria* con seis y cinco especies respectivamente; el resto, 188 corresponden al Phyllum Basidiomycota, distribuidos en 44 familias y 90 géneros, los mejor representados son *Amanita* y *Russula* con 12 taxones cada uno, mientras que del género *Inocybe* y *Lactarius* se registraron 10 taxones.

Es oportuno señalar que los 211 taxones corresponden al monitoreo de las 24 parcelas durante tres años, a diferencia de los 277 taxones reportados en el capítulo uno de la presente memoria doctoral que corresponden a las recolectas registradas en toda el área de estudio. El muestreo sistemático de las parcelas reporta el 76,1% de la riqueza total observada en el área estudiada.

Para responder sí el PNBC presenta una alta riqueza de macromicetos, necesariamente se tiene que comparar con la riqueza en otras áreas, en ese sentido, hay trabajos que reportan una mayor riqueza como los trabajos de Perini *et al*. (1989), Ferris *et al*. (2000), Straatsma *et al*. (2001) y Gates *et al*. (2011), mientras que otros reportan una riqueza menor, como Brown *et al*. (2006), Fernández-Toirán *et al*. (2006) y Azul *et al*. (2009). Las discrepancias en la riqueza de especies se encuentran ligadas a varios factores que individual o en conjunto las explican, como los factores geográficos: la latitud y altitud del área de estudio, las características silvícolas como: el tipo de vegetación, asociación vegetal, densidad del arbolado, cobertura del estrato, edad del arbolado y el manejo del bosque; las condiciones climáticas, edáficas, de uso del suelo y la disparidad que existen entre los diseños de muestreo como superficie total muestreada, frecuencia y duración del muestreo.

En relación a las categorías de preferencia de adquisición de la fuente de carbono, la mayoría se ubican como ectomicorrícicas (107), seguidas de las saprobias lignícolas (49), saprobias del mantillo (42), parásitas (2) y las situadas como inciertas (11), estas últimas porque no hay evidencias robustas para ubicarlas en alguna de las otras categorías.

Respecto a la riqueza de especies por año de muestreo, en el primer año se registraron 100 especies, 137 durante el segundo y 150 en el tercer año; por otro lado, 61 especies se reportaron en los tres años, 54 en dos años y el resto, 96 en un solo año.

Los cambios en la composición de especies entre los años (diversidad beta) se calcularon mediante los índices de similitud de Jaccar cualitativo, Sorensen cualitativo y cuantitativo (ver Tabla 4.3). En los tres índices se observa que existe concordancia entre los resultados, en general se observa una menor similitud en la composición de especies entre 2008 y 2010, mientras que entre 2009 y 2010 los índices de similitud son mayores en la composición de especies, sin llegar a ser elevados. Lo que indica que se presenta una alta tasa de recambio de especies.

Los resultados coinciden por lo expuesto por Schmit *et al*. (1999), quienes evaluaron la presencia de especies en el tiempo, el índice de Jaccard les indicó una alta tasa de recambio, la cual osciló entre 0,33 a 0,55 lo que confirma que durante los primeros años de muestreo es baja la similitud en composición de especies y además, indica que para tener un inventario completo se requieren varios años de muestreo.

Tabla 4.3. Diversidad beta en el tiempo, donde 0 es ensamble de especies completamente diferente y 1 es ensamble de especies igual.

Tipo de índice	2008-2009	2008-2010	2009-2010
Jaccard cualitativo	0,41	0,39	0,50
Sorensen cualitativo	0,59	0,56	0,66
Sorensen cuantitativo	0,44	0,40	0,62

En la Figura 4.2a, se puede ver la riqueza de especies por parcela monitoreada durante el muestreo, el promedio de especies por parcela es de 37,7; de manera general las parcelas con mayor riqueza de especies son las ubicadas por encima de la cota de 1900 m, las parcelas 3t y 7t destacan por el número de especies registradas con 71 y 76 respectivamente, por el contrario, la parcela 5c registra la menor riqueza con 13 especies.

Rhodocollybia butyracea es la única especie que se reporta en las 24 parcelas, otras especies con alta frecuencia son *Amanita virosa*, *Gymnopus confluens* y *Russula foetendula* en 21

parcelas, por otro lado, se destacan 76 especies que se reportan solamente en una parcela (ver Figura 4.2b).

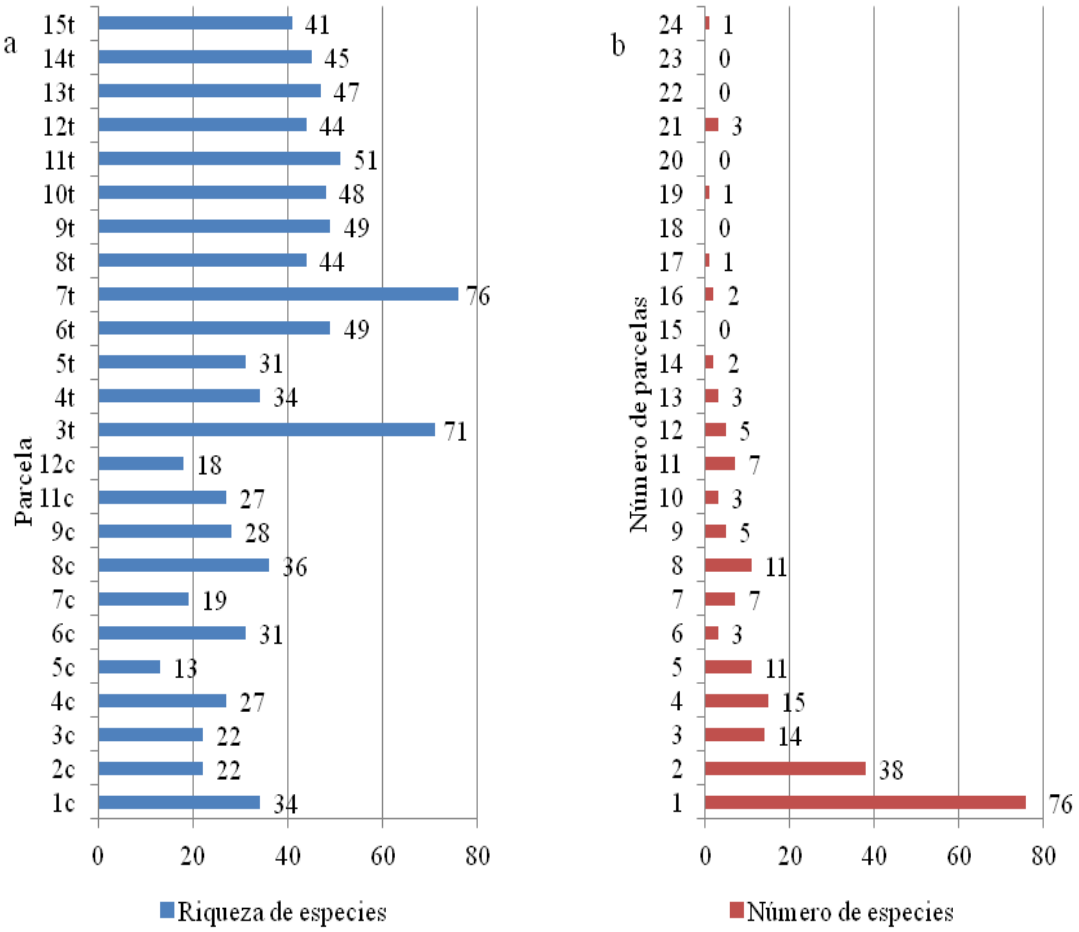


Figura 4.2. Especies por parcela. a) Riqueza de especies registrada en cada una de las parcelas, b) Frecuencia de especies con respecto al número de parcelas donde se registran.

Los estimadores de riqueza requieren de información sobre las abundancias de cada una de las especies o datos de presencia o ausencia, para así calcular el número de especies desconocidas (Schmit *et al*., 1999) y por consiguiente conocer el esfuerzo del muestreo, por esta razón, para calcular los estimadores de riqueza se utilizó, únicamente, el valor de abundancia de esporomas de los 211 taxones (Anexo 4.2).

En la Tabla 4.4 se muestra la comparación entre los distintos estimadores. Se considera que Chao1 presentó un pobre desempeño con los datos obtenidos, en general subestima la riqueza potencial del área de estudio, lo cual se observa en los porcentajes de especies registradas (entre el 85 y 95%) con respecto a la estimación y por la inconsistencia mostrada en la estimación de los datos acumulados de 2008-2009 con respecto a los datos de los tres años de muestreo, en el primero de los casos se estima que se conoce más del 95% de las especies con 167 especies observadas, mientras que en el segundo de los casos baja el porcentaje de especies reportadas al 92,7% con 211 especies observadas.

Tabla 4.4. Riqueza de especies (S) estimada para el primer año, primero y segundo año acumulado y los tres años acumulados. Se muestran los porcentajes de la riqueza observada en relación a la riqueza estimada.

Estimador	2008		2008-2009		2008-2010	
	S estimada	Sobs % (100 sp)	S estimada	Sobs % (167 sp)	S estimada	Sobs % (211 sp)
Chao 1	116,94	85	175,59	95,10	227,44	92,7
Chao 2	185,50	53,90	269,02	62,07	287	73,5
Jack 1	154,62	64,67	231,20	72,23	283,83	74,3
Jack 2	190,21	52,57	273,33	61,09	320,18	65,9
ICE	213,73	46,72	245,13	68,12	298,90	70,5

Chao1 pertenece al grupo de estimadores basados en abundancias y relaciona el número de especies representadas por un individuo (singletons) y especies representadas por exactamente dos individuos (doubletons). Los datos de abundancias de esporomas no son los mejores para este tipo de análisis, por la imposibilidad de separar los individuos que pertenecen a un mismo genotipo y por los distintos tipos de crecimiento que presentan los macromicetos (aislados, agregación, fasciculados, etc.) lo cual influye en el desempeño del estimador.

Jack1, Jack2, Chao2 e ICE son estimadores que se basan en la presencia-ausencia de las especies, por tal motivo no se presenta el sesgo de la naturaleza de los datos, asimismo no se observaron inconsistencias como las que mostró Chao1.

Los datos muestran que Chao2 y Jack2 se comportan de manera similar en los dos primeros cálculos, para el tercero se observa una disparidad donde la estimación de Chao2 se acerca a la

registrada por Jack1, el cual se basa en la presencia de especies únicas en una muestra, mientras que Chao2 y Jack2 consideran la relación entre el número de especies en una muestra y el número de especies que comparten dos muestras, por su parte, ICE se mostró eficiente con pocos datos en relación al resto de los estimadores, no obstante la estimación es baja en relación a lo expuesto por los mismos estimadores con mayor información.

Al final de los tres años de muestreo, es claro que, el inventario aún se encuentra incompleto, se observa una reducción de los valores de predicción entre los estimadores no paramétricos el cual es menor al 8,4% en relación a las especies observadas, sin embargo, se considera que el muestreo se desarrolló de manera correcta y suficiente, lo anterior se basa en el porcentaje de especies encontradas en relación a las previstas por los estimadores, sin embargo, los datos deben considerarse bajo reserva, debido que se trata de un grupo diverso, existe poco conocimiento y además presenta altas fluctuaciones anuales.

La riqueza de especies está en función al esfuerzo y duración del muestreo, se ha demostrado que incluso después de 20 años de monitoreo continuo se siguen adicionando nuevas especies (Watling 1995; Tofts y Orton 1998; Straatsma *et al*., 2001), entre otras razones, se debe a que muchas especies no fructifican anualmente, a la condición efímera de los esporomas, además los cambios sucesionales aún son desconocidos, por lo anterior, se sugiere que los estudios sean a largo plazo, lo cual es poco factible, principalmente en el ámbito académico y se demuestra con bajo número de publicaciones que superan los cinco años de monitoreo, de ahí la importancia de contar con estimadores de la riqueza que sean confiables.

Por lo anterior, de continuar con el muestreo se espera que la riqueza de especies se incremente, como lo han demostrado Tofts y Orton (1998), Straatsma *et al*. (2001) y Straatsma y Krisai-Greilhuber (2003). De estas publicaciones se analizaron los datos anuales de riqueza de especies y se obtuvo el porcentaje correspondiente al tercer año de muestreo (ver Tabla 4.5), y en los tres trabajos, los porcentajes de la riqueza al tercer año se ubica entre el un 57 y 70%.

De reconocerse un patrón en la acumulación de la riqueza de especies con respecto a la duración del muestreo, se estima que la riqueza de especies del presente trabajo sería de 301 a 370

especies de macromicetos, considerando los 211 taxones que corresponden entre un 57 y 70% de las especies presentes. Comparando estos valores con los obtenidos de los estimadores, Jack2 y ICE muestran valores cercanos, pero siguen estando bajos en comparación con la estimación más alta.

Tabla 4.5. Comparación entre los estudios con más de cinco años de duración, se resalta en gris la riqueza y el porcentaje de especies al tercer año de muestreo. ∑= sumatoria de riquezas anuales.

Año	Tofts y Orton, 1998			Straatsma *et al*., 2001			Straatsma y Krisai-Greilhuber, 2003					
	Riqueza			Riqueza			Riqueza			Riqueza		
	Anual	∑	%	Anual	∑	%	Anual	∑	%	Anual	∑	%
1	173	173	34,4	150	150	36,7	279	279	49,9	252	252	49,0
2	83	256	50,9	53	203	49,7	50	329	58,8	81	333	64,7
3	46	302	60,1	32	235	57,5	44	373	66,7	27	360	70,0
4	33	335	66,7	18	253	62,0	94	467	83,5	89	449	87,3
5	18	353	70,3	23	276	67,6	50	517	92,4	29	478	92,9
6	26	379	75,4	13	289	70,8	17	534	95,5	15	493	95,9
7	23	402	80,0	12	301	73,7	25	559	100	21	514	100
8	9	411	81,8	20	321	78,6						
9	16	427	85,0	14	335	82,1						
10	17	444	88,4	8	343	84,0						
11	12	456	90,8	7	350	85,7						
12	9	465	92,6	4	354	86,7						
13	11	476	94,8	6	360	88,2						
14	7	483	96,2	7	367	89,9						
15	6	489	97,0	1	368	90,1						
16	6	495	98,6	10	378	92,6						
17	2	497	99,0	4	382	93,6						
18	3	500	99,6	6	388	95,0						
19	1	501	99,8	8	396	97,0						
20	1	502	100	4	400	98,0						
21	0	502		8	408	100						

Fuente: Elaboración con base en Tofts y Orton, 1998; Straatsma *et al*., 2001; Straatsma y Krisai-Greilhuber, 2003.

Los datos arrojados corroboran la importancia de realizar los muestreos a largo plazo, como mínimo 10 años de monitoreo, lo que representa entre 84% y 88% de la riqueza según los trabajos de Tofts y Orton (1998) y Straatsma *et al*. (2001).

Los estimadores de riqueza son utilizados con la finalidad de extrapolar la riqueza de especies observada en un sitio y para conocer si se encuentra completo un inventario con el esfuerzo de muestreo realizado, estos estimadores han sido utilizados para otros grupos biológicos con un gran éxito, como macroinvertebrados, arañas, plantas, aves, mamíferos, etc., son pocos los estudios en macromicetos que utilizan esta herramienta.

Schmit *et al*. (1999) evaluaron y compararon la eficacia de siete estimadores de riqueza de especies y concluyen que ninguno es lo suficientemente sólido, debido a que las estimaciones fueron bajas e inconsistentes de un año a otro. Schmit y Lodge (2005) mencionan que hay dos problemas para el uso de estimadores en grupos hiperdiversos, como los hongos, uno que requiere más datos para tener una estimación de la riqueza cercana a la real y dos que los estimadores no paramétricos no asumen que existen fluctuaciones de riqueza de especies año con año a lo largo del estudio, no obstante, recalca que se están generando nuevos estimadores que consideren estos y otros problemas de los grupos hiperdiversos.

En los recientes trabajos se han utilizado los estimadores con el objetivo de validar el esfuerzo de muestro más que para estimar la riqueza local, Cantrel (2004) validó el esfuerzo de muestreo de Discomycetes en bosques tropicales húmedos en Puerto Rico, los resultados le arrojaron que la media de las distintas técnicas de extrapolación de la riqueza fue de 77-97% de las especies que fueron observadas durante el estudio.

Otros autores como Tedersoo *et al*. (2006), utilizaron los estimadores Jack2 y Chao2 con el objetivo de conocer la eficiencia del tamaño de muestreo y encontraron que con el 35% del muestreo los estimadores calcularon las 172 especies registradas durante el trabajo, lo que representa para el presente trabajo la estimación de ICE de 213 especies con datos del primer año, el cual se aproxima a las 211 reportadas para el término del estudio.

Con la misma finalidad, Gómez-Hernández y Williams-Linera (2011) utilizaron a Chao2 para conocer lo completo del inventario de macromicetos en un bosque mesófilo de montaña en Veracruz, México, y concluyen que el inventario de las especies observadas fue del 42-62% con respecto a las estimaciones de Chao2.

Ninguno de los trabajos antes mencionados respalda que los estimadores sean lo suficientemente sólidos como para utilizar los datos para comparar la riqueza local como lo hacen en otros grupos.

4.5.3 Abundancia y Biomasa de macromicetos

Uno de los objetivos de los estudios micocenológicos es conocer las fluctuaciones cuantitativas y cualitativas de las comunidades de macromicetos mediante la valoración de los esporomas, lo cual permite conocer los cambios espaciales y temporales de una población y comunidad.

Se contabilizaron más de 11500 esporomas que corresponden a más de 65 kg, los valores de biomasa, número de esporomas y riqueza de especies por parcela se muestran en la Tabla 4.6. Destacan las parcelas 7t y 3t por presentar los valores más altos, por otro lado, la parcela 5c presenta el valor más bajo respecto a las 24 parcelas monitoreadas.

Tabla 4.6. Riqueza de especies, biomasa y abundancia total de esporomas en cada una de las parcelas monitoreadas durante tres años.

Parcela	Riqueza de especies	Biomasa (kg)	Abundancia
1c	34	1,33	186
2c	22	0,75	107
3c	22	3,71	167
4c	27	1,3	219
5c	13	0,90	80
6c	31	1,67	230
7c	19	1,15	306
8c	36	1,80	567
9c	28	1,48	293
11c	27	2,47	248
12c	18	0,81	110
3t	71	7,21	1119
4t	34	1,16	251
5t	31	1,1	204
6t	49	2,91	551
7t	76	9,38	1353
8t	44	2,35	574
9t	49	4,05	895
10t	48	4,78	1033
11t	51	4,21	662
12t	44	1,97	310
13t	47	3,42	955
14t	45	3,09	621
15t	41	2,33	480
TOTAL	211	65,33	11521

Cinco taxa contribuyeron con 53,56% del total de esporomas contabilizados, *Gymnopus confluens*, *Laccaria laccata*, *Marasmius cohaerens*, *Marasmius cohaerens* var. *lachnophyllus*, *Rhodocollybia butyracea***,** cuatro saprobias y una ectomicorrícica. Son especies que se caracterizan por producir numerosos esporomas de tamaño pequeño a mediano, poca biomasa individual y crecimiento por agregación formando extensas colonias y en algunos casos en forma cespitosa. El 90% de la producción total de esporomas es aportada por 25% de las especies (53 sp), y por sí solo *Gymnopus confluens* contribuye 19,87% (2289 basidiomas).

La abundancia de esporomas y biomasa de esporomas presenta una correlación positiva, ρ 0,89 y 0,81 respectivamente, con respecto a la riqueza de especies (ver Figura 4.3), sin embargo, se observan patrones de variaciones año con año en distintas especies, ver Tabla 4.7 y 4.8.

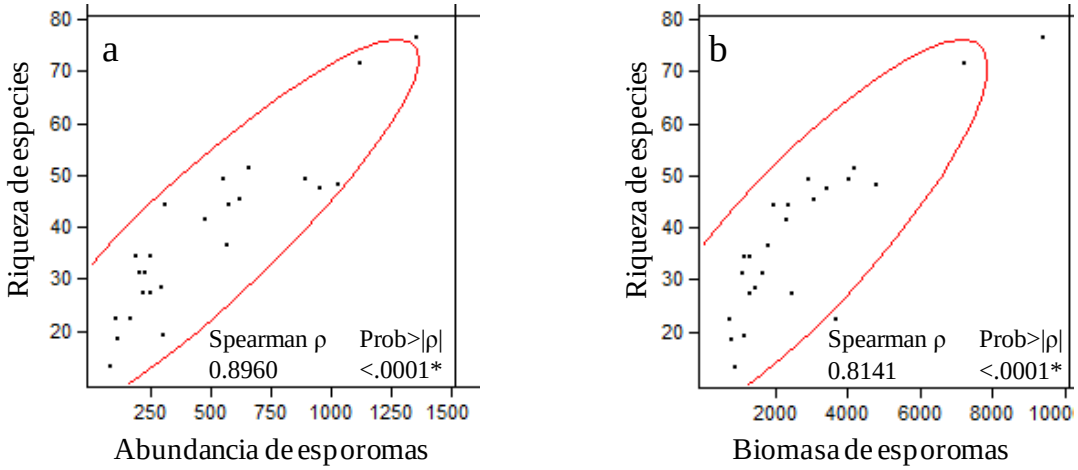


Figura 4.3. Coeficiente de correlación de Spearman ρ. a) Relación entre la riqueza de especies y abundancia de esporomas, b) Relación entre la riqueza de especies y biomasa de esporomas.

Tabla 4.7. Tres ejemplos de especies que presentaron diferentes patrones de variaciones en la producción de esporomas por año.

	2008	2009	2010
Amanita arkansana	3	31	17
Gymnopus confluens	98	826	1326
Gymnopilus sapineus	43	43	45

Las cinco especies que registran mayor biomasa constituyen el 34,3%, *Amanita arkansana*, *A. virosa*, *Gymnopus confluens*, *Boletus flaviporus*, *Lactarius scrobiculatus*, cuatro especies ectomicorrícicas y una saprobia, la contribución individual de las especies es más uniforme, entre *Amanita arkansana* y *A. virosa* la diferencias es menor a uno porcentual (9,2% y 8,3%, respectivamente). *Boletus flaviporus* contribuye con el 5,71% de la biomasa de total, no obstante de haber sido registrado en un solo año (2009).

Tabla 4.8. Tres ejemplos de especies que presentaron diferentes patrones de variaciones en la biomasa de esporomas por año.

	2008	2009	2010
Amanita arkansana	0,35	4,21	1,45
Gymnopus confluens	0,18	1,26	2,39
Lepista nuda	0,67	0,47	0,18

La prueba no paramétrica Kruskal-Wallis reporta diferencias significativas en cuanto a la abundancia de esporomas entre los tres años de muestreo (2008-2009 p 0,0004, 2008-2010 p 0,0013 y 2009-2010 p 0,0001), mientras que para biomasa solo se reporta diferencias significativas entre 2008 y 2010 (p 0,033).

Se observaron diferencias entre las parcelas en relación al gradiente altitudinal, por tal motivo se comprobaron estadísticamente las diferencias entre las parcelas ubicadas por abajo y por arriba de la cota de 1900 m; con la prueba de Kruskal-Wallis, se comprobó que las diferencias son estadísticamente significativas tanto en biomasa (p 0,012) como en abundancia de esporomas (p 0,0001).

La distribución espacial se refiere al número de parcelas donde ocurre una especie, sólo *Rhodocollybia butyracea* se reporta en las 24 parcelas muestreadas, en cambio, 76 especies ocurrieron en una parcela; la frecuencia temporal se refiere al número de años que se registra una especie, el 30% de la especies (61) se reportan en los tres años de monitoreo, el 25% de las especies (54) ocurrieron en dos de los tres años y el 45% se reportan para uno de los tres años (96).

El estudio revela que existen pocas especies con alta producción y muchas especies con baja abundancia y biomasa de esporomas, además se observan las fluctuaciones temporales donde el 45% de las especies solo se han registrado en un sólo año, los datos concuerdan con lo publicado por otros autores como: Straatsma y Krisai-Greilhuber (2003); Durall *et al*. (2006); Martínez de Aragón *et al*. (2007); Smith *et al*. (2007); Santos-Silva *et al*. (2011).

Queda claro que evaluar la producción de macromicetos en un mismo ecosistema puede presentar resultados diferentes, dependiendo si se considera la abundancia o la biomasa del esporoma. En el presente trabajo, incluso se registran diferencias en los grupos tróficos, cuando se considera la abundancia de esporomas, cuatro de las cinco especies más abundantes son saprobias y por el contrario, cuando se considera la biomasa cuatro de cinco son ectomicorrícicas.

Existen opiniones acerca de qué parámetro es mas confiable para medir la producción de esporomas, por un lado los que apoyan que el conteo de esporomas es adecuado (Arnonls, 1981), mientras que otros apoyan que la biomasa es la mejor medida de la abundancia de los hongos en un ecosistema (Höfler, 1937; Pilz *et al*., 1998). Garibay-Orijel *et al*. (2009) opinan que cuando se trata de hongos silvestres comestibles es mejor evaluar la biomasa debido a que representa mejor la disponibilidad del recurso para una comunidad rural que tiene una actividad económica gracias al uso del recurso, sin embargo, con la finalidad de conocer la riqueza y diversidad fúngica se ha comprobado que la producción de esporomas, ya sea en número o biomasa, no corresponde a la abundancia de especies considerando el micelio o las puntas ectomicorrícicas (Gardes y Bruns, 1996).

4.5.4 Relación entre la diversidad de macromicetos y las características silvícolas y ambientales

La diversidad se compone de dos elementos, la variación y la abundancia relativa de las especies (Magurran, 1989) y es una manera de medir la complejidad estructural de una comunidad ecológica, es decir, mide los atributos de riqueza de especies y la uniformidad entre ellas dentro de una comunidad.

Actualmente existe una gran variedad de índices que permiten evaluar la diversidad, por un lado se tienen los índices de riqueza específica, los que se abordaron en el apartado 4.5.2 y los índices de abundancia proporcional, entre estos se encuentra el índice de Shannon (H'), el cual es muy discutido por algunos investigadores pero al mismo tiempo es el más usado. Otros índices populares que se aplicaron para el presente trabajo son los índices de Simpson y alfa de Fisher, los cuales permitieron validar la información y comparar los resultados.

Los resultados de los índices de diversidad por parcela se muestran en la Tabla 4.9, además se comparan con la riqueza de especies y tipo de vegetación. En cuanto a los valores de los índices de diversidad, Shannon muestra valores que oscilan en 1,65 y 3,18 que corresponden a las parcelas 10t y 7t respectivamente, el índice de Shannon indica que tan uniforme se encuentran representadas las abundancias de cada una de las especies, en relación al total de especies muestreadas, de acuerdo con Magurran (1989) menciona que los valores de Shannon se ubican entre 1,5 y 3,5 y solo raramente sobrepasa 4,5.

El índice de Simpson coincide con Shannon en las parcelas con menor y mayor diversidad, 10t (2,08) y 7t (14,39), no obstante, en otras parcelas no es así, se debe a que Simpson le da mayor peso a las especies que están mejor representadas (dominan) sin considerar al resto de las especies.

Por el contrario, alfa de Fisher se encuentra fuertemente influenciado por la riqueza de especies, los valores más altos de diversidad coinciden con las parcelas que reportan mayor riqueza de especies, la parcela 7t reporta un valor de alfa de Fisher de 17,40 con una riqueza de especies de 76, mientras que la parcela 5c presenta 4,40 y una riqueza de 13 especies.

Tabla 4.9. Valores de los índices de diversidad de Shannon, Simpson y alfa de Fisher comparados con la riqueza de especies y tipo de vegetación en cada una de las parcelas.

Parcela	Shannon	Simpson	alfa de Fisher	Riqueza de especies	Tipo de vegetación
1c	2,79	10,07	12,19	34	Pino
2c	2,57	10,90	8,39	22	Pino-encino
3c	2,43	7,82	6,78	22	Pino-encino
4c	2,63	9,22	8,09	27	Pino
5c	1,94	5,50	4,40	13	Pino
6c	2,71	9,60	9,65	31	Pino-encino
7c	1,95	3,99	4,48	19	Pino-encino
8c	2,43	6,23	8,55	36	Pino
9c	2,15	4,84	7,61	28	Pino
11c	2,50	7,89	7,71	27	Pino-encino
12c	2,07	4,37	6,11	18	Pino-encino
3t	3,08	11,58	16,86	71	Pino-encino
4t	2,57	7,24	10,60	34	Pino
5t	2,81	11,75	10,17	31	Pino
6t	2,51	6,45	12,99	49	Pino
7t	3,18	14,39	17,40	76	Pino-encino
8t	2,34	4,70	11,09	44	Eucalipto-pino
9t	2,09	3,37	11,13	49	Cupressus-pino
10t	1,65	2,08	10,41	48	Pino
11t	2,95	9,88	12,88	51	Pino
12t	2,97	10,34	14	44	Pino-encino
13t	2,14	3,13	10,36	47	Pino
14t	2,68	7,27	11,14	45	Pino
15t	2,86	10,13	10,72	41	Pino-encino

Se utilizó el coeficiente de Spearman para conocer la correlación entre la riqueza de especies y los diferentes índices de diversidad calculados para cada una de las parcelas, en todos los casos hubo correlación positiva, no obstante, la correlación es mayor entre riqueza de especies y alfa de Fisher (ρ 0,89) que entre Shannon (ρ 0,69) y Simpson (ρ 0,47) lo que confirma lo anteriormente dicho sobre que el índice alfa de Fisher se encuentra fuertemente influenciado por la riqueza de especies, además la correlación positiva entre los tres índices de diversidad con la riqueza de especies nos indica que las proporciones de las abundancias y la riqueza de especies es similar en todas las parcelas.

Se evaluó la correlación entre el índice de diversidad de Shannon, riqueza de especies, abundancia y biomasa de esporomas con respecto a las características silvícolas y ambientales de cada una de las parcelas (datos silvícolas y ambientales ver la Tabla 4.2). Se obtuvo correlación significativa entre el índice de diversidad de Shannon y cuatro variables silvícolas y dos ambientales, se encontró correlación positiva con la densidad de encinos, DAP, cobertura arbustiva, hojarasca y altitud, en cambio, se presentó correlación negativa entre Shannon y la cobertura herbácea (ver Figura 4.4).

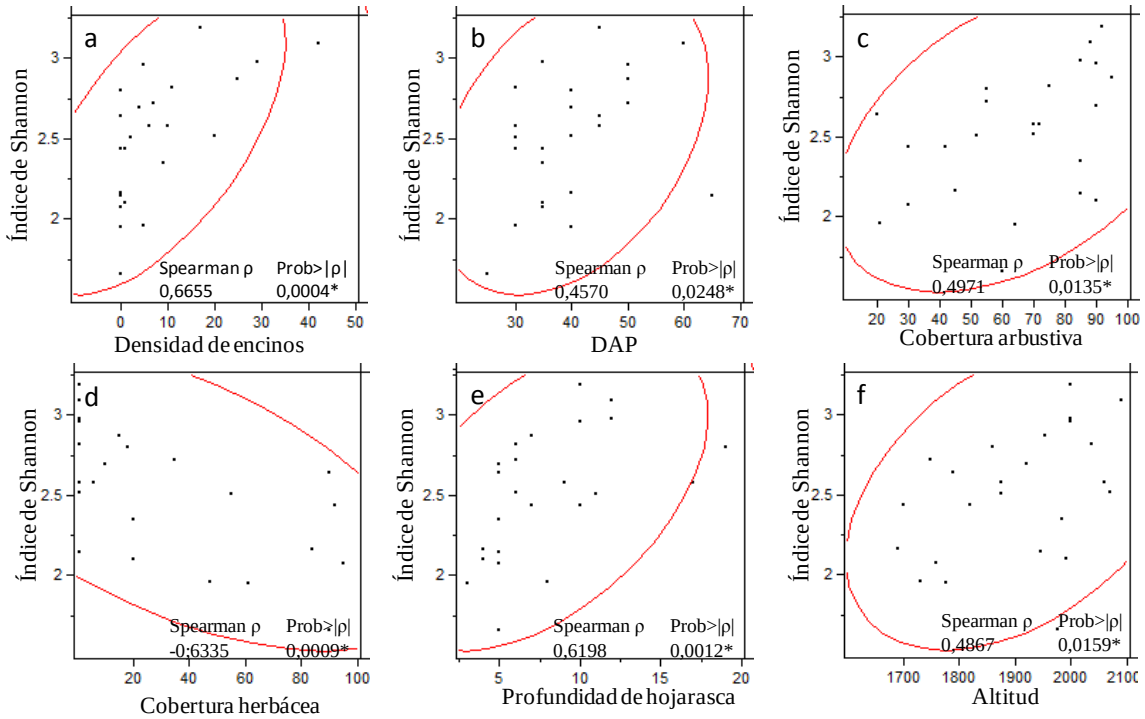


Figura 4.4. Correlación entre el índice de diversidad de Shannon, a) Densidad de encinos, b) DAP, c) Cobertura arbustiva, d) Cobertura herbácea, e) Profundidad de hojarasca y f) Altitud.

Entre el índice de Shannon y la densidad de encinos apareció la mayor correlación con una alta significancia (ρ 0,66), lo que nos indica que las parcelas con alta presencia de encinos son más diversas en macromicetos que las parcelas donde sólo hay pinos. Por otro lado, entre el índice de Shannon y la cobertura herbácea se observa una correlación negativa (ρ -0,63), lo que nos índica que las parcelas con mayor diversidad (H') son aquellas con porcentajes bajos de cobertura herbácea. Otra correlación alta y significativa es el índice de diversidad de Shannon

y la profundidad de la hojarasca (ρ 0,61), por último destacar la correlación positiva entre la altitud y la diversidad de especies (ρ 0,48).

La riqueza de especies presentó correlación con cinco variables, cuatro silvícolas y una ambiental (ver Figura 4.5). Por un lado hubo correlación positiva con la densidad de encinos (ρ 0,42), y correlación negativa con la densidad de pinos (ρ -0,54), esto confirma que las parcelas con mayor diversidad y riqueza de especies son aquellas donde el tipo de vegetación es bosque mixto de pino-encino.

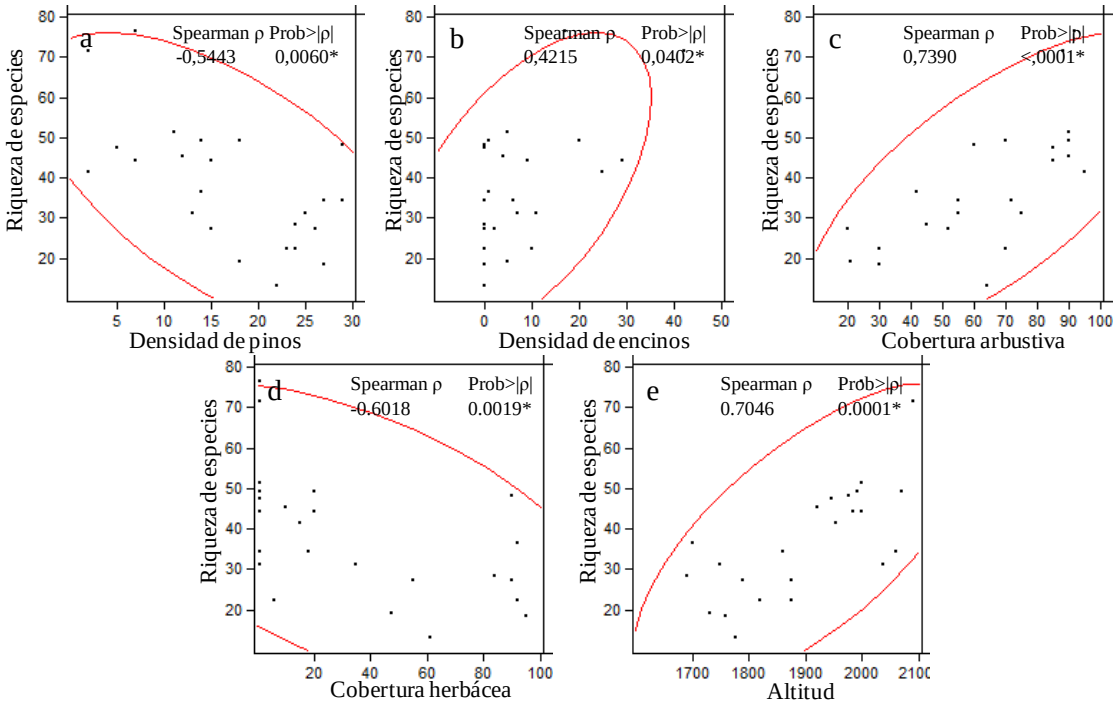


Figura 4.5. Correlación entre la riqueza de especies, a) Densidad de pinos, b) Densidad de encinos, c) Cobertura arbustiva, d) Cobertura herbácea y e) Altitud.

De igual manera, la riqueza presentó correlación positiva con la cobertura arbustiva (ρ 0,73) y negativa con la cobertura herbácea (ρ -0,60), lo cual es lógico e indica que las parcelas con mayor cobertura arbustiva presentan menor cobertura herbácea por la menor cantidad de luz que penetra al suelo y mayor humedad, lo que significa una mayor riqueza de especies. Sin embargo, hay que destacar que la riqueza presentó una alta correlación con la altitud (ρ 0,70).

Con relación a la abundancia de esporomas se obtuvieron cuatro correlaciones significativas, tres con características silvícolas y una ambiental (ver Figura 4.6), nuevamente se presentó correlación negativa entre la abundancia de esporomas con la densidad de pinos (ρ -0,59) y cobertura arbórea (ρ -0,46), por un lado, indica mayor producción en el número de esporomas en parcelas donde hay una menor densidad de pinos y con menor cobertura del dosel, lo cual coincide con la correlación positiva entre la abundancia y la cobertura arbustiva (ρ 0,59).

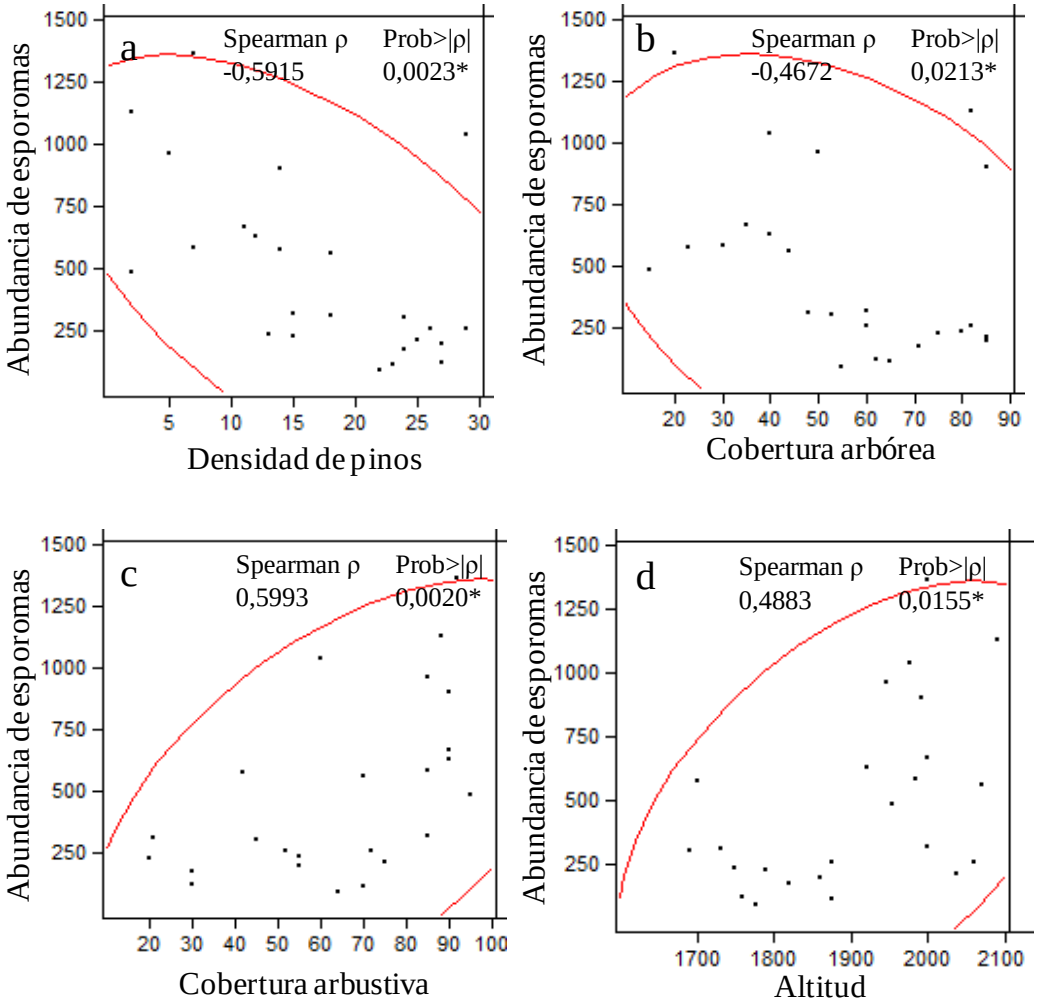


Figura 4.6. Correlación entre la abundancia de esporomas, a) Densidad de pinos, b) Cobertura arbórea, c) Cobertura arbustiva y d) Altitud.

Por último, la biomasa de esporomas presentó correlación con dos características silvícolas y una ambiental (ver Figura 4.7), presentó correlación negativa con la densidad de pinos (ρ -0,47) y correlación positiva con la cobertura arbustiva (ρ 0,50) y altitud (ρ 0,47).

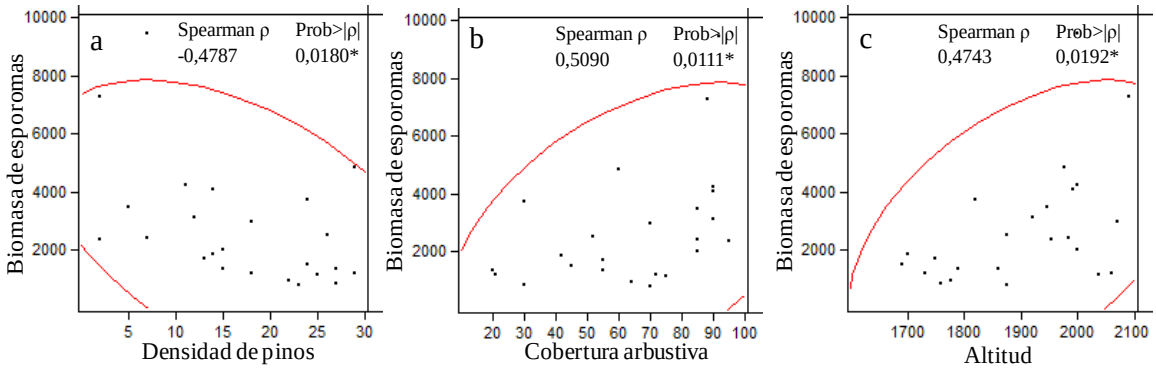


Figura 4.7. Correlación entre la biomasa de esporomas, a) Densidad de pinos, b) Cobertura arbustiva y c) Altitud.

La cobertura arbustiva y la altitud aparecen en todas las correlaciones, por lo que en el presente estudio son las dos variables que tienen mayor influencia en la comunidad de macromicetos del área de estudio.

De igual forma se evaluó la diversidad en cada uno de los años de muestreo, así como las dos secciones en las que se dividió el área de estudio, campamento y torre. Los resultados se pueden ver en la Tabla 4.10. Los valores de Shannon y Simpson coinciden que el año 2009 presentó mayor diversidad, le sigue 2010 y 2008, no obstante se observa que alfa de Fisher es sesgado por la riqueza de especies, siendo 2010 el que presenta mayor diversidad.

Tabla 4.10. Valores de los índices de diversidad de Shannon, Simpson y alfa de Fisher con respecto a los años y secciones de muestreo.

Parcela	Shannon	Simpson	alfa de Fisher	Riqueza de especies
2008	2,97	8,70	22,09	100
2009	3,44	12,82	27,70	137
2010	3,28	11,04	28,30	150
Campamento	3,44	17,91	24,86	115
Torre	3,35	11,31	31,65	181

Considerando el conjunto de parcelas divididas por campamento y torre, el resultado no es lo esperado, la sección campamento, con los índices de Shannon y Simpson, muestra valores altos

en los índices de diversidad que los obtenidos para la sección torre, lo cual explica que las especies que ocurrieron en la sección campamento presentaron menores diferencias entres las proporciones de las abundancias de las especies que en la sección torre, a pesar de esta última presenta mayor riqueza de especies, abundancia y biomasa de esporomas.

La estructura de la vegetación se encuentra estrechamente relacionada con las comunidades de macromicetos, en el área de estudio se encontró que la densidad de encinos, densidad de pinos, así como las coberturas de los estratos presentaron influencia sobre la comunidad de macromicetos, otros trabajos se menciona el papel fundamental de la estructura y composición de la vegetación sobre las comunidades de macromicetos son los de Lodge *et al*. (2004) quienes mencionan que los diferentes tipos de vegetación presentan distintas especies fúngicas. La composición de especies de plantas influye en el número de especies presentes de macromicetos, debido a que las plantas constituyen el hábitat y son la fuente de energía para la mayoría de los hongos. En estudios micocenológicos se han utilizado ampliamente el tipo de vegetación como criterio para dividir áreas de estudio y realizar comparaciones entre ellas. Otros autores como Villeneuve *et al*. (1989), Bills *et al*. (1986), Nantel y Neuman (1992), Ferris *et al*. (2000) concluyen que la distribución de especies de hongos ectomicorrizógenos se encuentra relacionado con el tipo de bosque, ya sea dominado por bosques deciduos o bosques de coníferas.

En el presente estudio se observa que la riqueza y diversidad de macromicetos es mayor en los bosques mixtos (pino-encino), que en los bosques de pino, afirmación que ha sido mencionada por otros autores como Bills *et al*. (1986) quienes mencionan que los bosques mixtos presentaron mayor diversidad de macromicetos que los compuestos por coníferas, además de una baja micobiota en común.

En la sierra de Quila en Jalisco, Fierros *et al*. (2000) encontraron que los bosques de pino-encino y mesófilo de montaña presentan casi tres veces mayor número de especies que en los bosques de encino, debido a que los bosques de pino-encino y mesófilo de montaña presentaron comunidades más complejas en cuanto a su estructura. Por lo tanto, los patrones de diversidad

de macromicetos se encuentran estrechamente relacionados con la complejidad de la estructura vegetal.

Además de las características estructurales de la vegetación, se encontró que la altitud está jugando un papel relevante dentro de los diferentes aspectos que se evaluaron, en el área de estudio se presenta un gradiente de 1690 a 2136 m, y al parecer, este gradiente tiene una influencia directa sobre la riqueza y diversidad de macromicetos.

El efecto de la altitud ha sido reportada por otros autores, como Laganà *et al*. (1999) encontraron que el porcentaje y la riqueza de macromicetos ectomicorrícicos presentó una correlación negativa con la altitud, por arriba de la cota de los 1100 m, encontraron una baja riqueza de hongos ectomicorrícicos, mencionan los autores que los datos coinciden con los de otros estudios micocenológicos en Italia, sugieren que hay diferencias significativas en el porcentaje de hongos ectomicorrícicos por abajo y arriba de la cota de 700 m, confirmando que la altitud es un parámetro importante para los hongos micorrízicos.

Ruotsalainen *et al*. (2002) predicen que la colonización micorrícica depende del uso eficiente de la fotosíntesis por parte de las plantas hospederas, el cual disminuye con la altitud, como consecuencia afecta de igual manera a los hongos micorrícicos, dicho modelo fue calculado hasta la cota de los páramos alpinos. En otros grupos de hongos han encontrado un patrón similar, en Ecuador y Costa Rica hallaron que la diversidad de mixomicetos disminuye en relación a la altitud (Stephenson *et al*., 2004; Rojas y Stephenson, 2008).

Por el contrario, los resultados del presente trabajo demuestran que a mayor altitud mayor riqueza y diversidad de macromicetos, además la altitud influye sobre otras condiciones ambientales del área como es la temperatura y la humedad, a mayor altitud hay menor temperatura, por lo tanto una mayor humedad y es bien conocido que los macromicetos se ven beneficiados en lugares con mayor humedad.

El que nuestros resultados no coincidan con otros autores como los de Laganà *et al*. (1999), Stephenson *et al*. (2004) y Rojas y Stephenson (2008), sugiere que existen otros factores que

están influyendo, además de la altitud en el área de estudio, otro factor es la latitud del área de estudio, para así ajustar el modelo de Ruotsalainen *et al*. (2002) a nuestra área de estudio, se requiere elevaciones superiores a los 4000 m, lo que representa en el centro de México los límites de los bosques de coníferas, superior a estos límites la vegetación son zacatonales (paramos alpino) un tipo de vegetación dominada por gramíneas como *Festuca* spp. u otros tipos de vegetación alpina (Rzedowski, 2006), entonces es probable que los patrones de diversidad se ajustaran a los observados por Laganà *et al*. (1999).

Por otro lado, en México a bajas altitudes (nivel del mar a 1000 m) los tipos de vegetación dominantes son característicos de climas áridos o semi-áridos, donde la riqueza y diversidad de macromicetos es baja, por lo tanto, la riqueza y diversidad de macromicetos se ve favorecida en altitudes intermedias, lo que coincide con el estudio de Marmolejo y Méndez-Cortés (2007) quienes evaluaron la diversidad de hongos lignícolas en relación a un gradiente de 900 a 3000 m sobre la distribución de diferentes especies de pinos, concluyendo que la mayor diversidad ocurrió a elevación intermedia entre las cotas de 1600 y 2200 m.

Lo anterior tiene implicaciones en conservación biológica. En la década de los treinta las políticas públicas optaron por conservar bosques templados, con la creación de Parques Nacionales, que por lo menos en Michoacán muchos de ellos no cumplen con los objetivos de conservación, posteriormente, con la creación de las reservas de biosfera, la conservación fue destinada a conservar especies bandera y en las últimas décadas se han destinado los esfuerzos a conservar zonas de alta diversidad biológica ajustándose a áreas de mayor diversidad vegetal y que corresponden a zonas en altitudes bajas donde la diversidad vegetal es alta pero la de macromicetos es baja. Por tanto, los bosques templados donde la diversidad vegetal es menor y la diversidad de macromicetos es elevada se han descuidado en las últimas décadas, lo que lleva a revalorar las estrategias de conservación.

4.5.5 Caracterización de la comunidad de macromicetos

El Índice de Importancia Relativa (IIR) describe la dominancia de las poblaciones dentro de la comunidad. Para el presente trabajo se consideraron cuatro aspectos para integrar el índice: biomasa, abundancia, distribución espacial y frecuencia temporal, de tal manera que las especies con valores altos del IIR corresponden a las especies dominantes en la comunidad.

$$IIR = Ar + Br + Ftr + Dsr$$

En relación al valor obtenido del IIR, las especies se distribuyen en 5 categorías:

1. Especies dominantes (IIR es ≥ 30),
2. Especies abundantes (IIR es < 30 y ≥ 20),
3. Especies frecuentes (IIR es < 20 y ≥ 10),
4. Especies ocasionales (IIR es < 10 y ≥ 5), y
5. Especies esporádicas (IIR es < 5).

Con base en el IIR, tres especies se encuentran en la categoría de especies dominantes en la micocenosis, dos de ellas saprobias y una ectomicorrícica, *Gymnopus confluens*, *Rhodocollybia butyracea* y *Laccaria laccata*. Por otro lado, la categoría de especies abundantes la conforman seis especies ectomicorrícicas y tres saprobias (ver Tabla 4.11). El resto de categorías se encuentran representadas en la Figura 4.8, destaca el 41% de las especies esporádicas, es decir aquellas con menor valor del IIR, contra un 2% de las especies dominantes.

Hering (1966) considera como especies dominantes, aquellas que contribuyen con el 5% de la biomasa, de igual forma para el número de esporomas. En el presente estudio, la comunidad de macromicetos presenta dos grupos de distintas especies y estrategias tróficas, por un lado las especies saprobias dominan la abundancia en número de esporomas, cinco de seis especies que contribuyen individualmente con más del 5% son saprobias (*Gymnopus confluens*, *Rhodocollybia butyracea*, *Laccaria laccata*, *Marasmius cohaerens*, *Gymnopus dryophilus*, *Marasmius cohaerens* var. *lachnophyllus*), mientras, las ectomicorrícicas dominan la comunidad en biomasa, cuatro de las cinco que contribuyen individualmente con más de 5% son ectomicorrícicas (*Amanita virosa*, *A. arkansana*, *Gymnopus confluens*, *Lactarius*

scrobiculatus y *Boletus flaviporus*), la única especie que se encuentra representada en ambos componentes de la comunidad de macromicetos es *Gymnopus confluens*, que por un lado, contribuye con 19,87% del número de esporomas y 5,75% en biomasa.

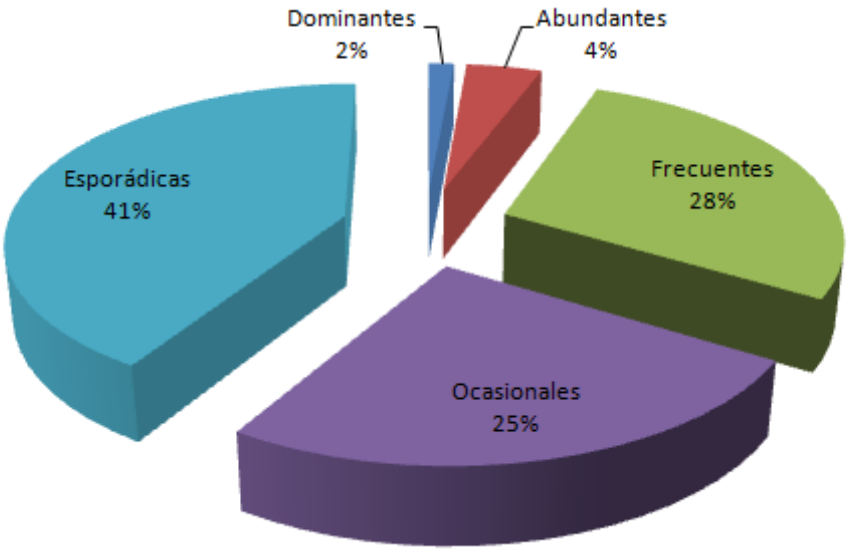


Figura 4.8. Distribución de los porcentajes de las categorías de la comunidad de macromicetos.

Sin considerar la composición de especies que dominan una micocenosis, los patrones que se observan en el presente trabajo, coincide con otros autores, donde una pequeña porción de las especies producen la mayoría de esporomas y/o biomasa de una comunidad (Hering, 1966; Salo, 1979; Luoma *et al.*, 1991; Sarrionandía, 2006). En este estudio el 90% de la producción total de esporomas y biomasa es aportada por el 25 (53) y 24% (51) de las especies, respectivamente. Sarrionandía (2006) reporta que el 78% de la producción en esporomas corresponde a 67 de 368 especies (18,2%); Azul *et al.* (2009) mencionan que *Astraeus hygrometricus* y *Laccaria laccata* contribuyen con el 40% del número de esporomas de 171 taxones identificados, Baptista *et al.* (2010) reporta que el 35% de esporomas de especies ectomicorrícicas son contribuidos por tres especies de 62 recolectadas.

A nivel específico, se observan algunas similitudes con lo reportado por otros autores (ver Tabla 4.12), donde las coincidencias son claras. En la mayoría de los trabajos aparecen los géneros *Laccaria* y *Gymnopus*, Garibay-Orijel *et al*. (2009) mencionan que en México comienza a observarse un patrón sobre la dominancia del género *Laccaria* para los bosques de coníferas, en

lo cual coincidimos, el único trabajo donde no aparece *Laccaria* dentro de las especies dominantes es el de Mendoza-Díaz *et al*. (2006) cuyo trabajo se encuentra basado en bosques de encinos.

Por último, cabe destacar la importancia de evaluar la comunidad de macromicetos mediante el uso de IIR, el caso de *Boletus flaviporus* se encuentra entre las cinco especies de mayor contribución en biomasa, sin embargo, una vez evaluado las cuatro características del índice, se ubica en el límite entre especies frecuentes y esporádicas, situación más cercana a lo observado en campo, debido a que fue registrada abundantemente en un año.

Tabla 4.11. Relación de los taxones con valores observados y relativos de la biomasa, abundancia, distribución espacial y frecuencia temporal y sus índices de importancia relativa (IIR). Simbología; B=biomasa; A=Abundancia; P= parcela.

Especies	Valores observados				Valores relativos				
	B (g)	A	P	Años	B (g)	A	P	Años	IIR
DOMINANTES									
Gymnopus confluens	3759	2289	21	3	5,75	19,868	8,75	10	44,37
Rhodocollybia butyracea	2989,6	813	24	3	4,57	7,057	10	10	31,63
Laccaria laccata	2449,1	1131	16	3	3,74	9,817	6,67	10	30,23
ABUNDANTES									
Amanita virosa	5424,8	230	21	3	8,30	1,996	8,75	10	29,05
Marasmius cohaerens	1302,3	1086	12	3	1,99	9,426	5,00	10	26,42
Gymnopus dryophilus	2001,7	621	19	3	3,06	5,390	7,92	10	26,37
Marasmius cohaerens var. *lachnophyllus*	813,5	852	16	3	1,24	7,395	6,67	10	25,31
Russula foetendula	2118,5	277	21	3	3,24	2,404	8,75	10	24,40
Amanita arkansana	6023,1	52	9	3	9,22	0,451	3,75	10	23,42
Suillus granulatus	2602,4	154	17	3	3,98	1,337	7,08	10	22,40
Suillus cothurnatus	3207,6	233	13	3	4,99	2,022	5,42	10	22,35
Russula brevipes	2603,3	71	14	3	3,98	0,616	5,83	10	20,43
FRECUENTES									
Lactarius scrobiculatus	3466,1	67	9	3	5,30	0,582	3,75	10	19,64
Gymnopilus sapineus	265,5	131	13	3	0,40	1,137	5,42	10	16,96
Inocybe rimosa	161,4	92	13	3	0,24	0,799	5,42	10	16,46
Russula mexicana	590,7	62	12	3	0,90	0,538	5,00	10	16,44
Chroogomphus ochraceus	153,8	30	14	3	0,23	0,260	5,83	10	16,33
Hygrocybe conica	132,1	64	12	3	0,20	0,556	5,00	10	15,76
Ramaria stricta	581,1	65	10	3	0,88	0,564	4,17	10	15,62
Gyroporus castaneus	373,8	51	11	3	0,57	0,443	4,58	10	15,60
Scleroderma areolatum	100,9	81	11	3	0,15	0,703	4,58	10	15,44
Mycena pura	63,5	69	11	3	0,09	0,599	4,58	10	15,28
Inocybe geophylla var. *lilacina*	99	58	11	3	0,15	0,503	4,58	10	15,24
Suillus tomentosus	294,2	33	10	3	0,45	0,286	4,17	10	14,90
Laccaria amethystina	107	48	10	3	0,16	0,417	4,17	10	14,75
Entoloma chalybaeum var. *lazulinum*	179,3	69	9	3	0,27	0,599	3,75	10	14,62
Russula cyanoxantha	509,3	50	8	3	0,78	0,434	3,33	10	14,55
Lactarius deliciosus	286,8	37	8	3	0,43	0,321	3,33	10	14,09
Amanita onusta	284,2	14	8	3	0,43	0,122	3,33	10	13,89
Lepista nuda	1322,6	67	3	3	2,02	0,582	1,25	10	13,86
Clavulinopsis corniculata	89	43	8	3	0,13	0,373	3,33	10	13,84
Entoloma lividoalbum	354,5	43	7	3	0,54	0,373	2,92	10	13,83

Tabla 4.11. Relación de los taxones con valores observados y relativos de la biomasa, abundancia, distribución espacial y frecuencia temporal y sus índices de importancia relativa (IIR). Simbología; B=biomasa; A=Abundancia; P= parcela.

Especies	Valores observados				Valores relativos				
	B (g)	A	P	Años	B (g)	A	P	Años	IIR
FRECUENTES									
Cortinarius semisanguineus	157,4	26	8	3	0,24	0,226	3,33	10	13,80
Inocybe lacera	46,7	43	8	3	0,07	0,373	3,33	10	13,78
Boletus chrysenteron	348,3	26	7	3	0,53	0,226	2,92	10	13,68
Coltricia perennis	50,2	28	8	3	0,07	0,243	3,33	10	13,65
Russula emetica	109,5	15	8	3	0,16	0,130	3,33	10	13,63
Tremellodendron schweinitzii	274,8	16	7	3	0,42	0,139	2,92	10	13,48
Phellodon niger	546,7	48	5	3	0,83	0,417	2,08	10	13,34
Hygrophoropsis auriantiaca	288,2	135	12	2	0,44	1,172	5,00	6,66	13,28
Tricholomopsis rutilans	106,4	15	7	3	0,16	0,130	2,92	10	13,21
Armillaria luteovirens	467,9	63	4	3	0,71	0,547	1,67	10	12,93
Collybia polyphylla	245,3	130	11	2	0,37	1,128	4,58	6,66	12,75
Amanita chlorinosma	315,4	7	5	3	0,48	0,061	2,08	10	12,63
Amanita vaginata	273,5	8	5	3	0,41	0,069	2,08	10	12,57
Armillaria mellea	362,2	33	4	3	0,55	0,286	1,67	10	12,51
Amanita sp 5	400,5	16	4	3	0,61	0,139	1,67	10	12,42
Entoloma clypeatum	62,9	23	5	3	0,09	0,200	2,08	10	12,38
Hygrocybe cantharellus	21,4	65	12	2	0,03	0,564	5,00	6,66	12,26
Clavulina coralloides	14	17	5	3	0,02	0,148	2,08	10	12,25
Sebacina inrustans	43,5	9	5	3	0,06	0,078	2,08	10	12,23
Strobilomyces strobilaceus	251,2	11	4	3	0,38	0,095	1,67	10	12,15
Hygrocybe acutoconica	50,4	26	4	3	0,07	0,226	1,67	10	11,97
Laccaria ohiensis	286,7	164	8	2	0,43	1,423	3,33	6,66	11,86
Geastrum triplex	51,6	10	4	3	0,07	0,087	1,67	10	11,83
Inocybe geophylla var. *geophylla*	61,6	52	11	2	0,09	0,451	4,58	6,66	11,80
Hygrocybe psittacina	7,9	8	4	3	0,01	0,069	1,67	10	11,75
Onnia tomentosa	487,7	7	2	3	0,74	0,061	0,83	10	11,64
Boletus variipes	640,6	7	1	3	0,98	0,061	0,42	10	11,46
Sp. 7	159,2	32	2	3	0,24	0,278	0,83	10	11,35
Pluteus albostipitatus	27,8	4	3	3	0,04	0,035	1,25	10	11,33
Hypholoma fasciculare	139,5	142	7	2	0,21	1,233	2,92	6,66	11,03
Hygrocybe virginea	93,2	98	8	2	0,14	0,851	3,33	6,66	10,99
Morchella rufobrunnea	33,5	7	2	3	0,05	0,061	0,83	10	10,95
Clitocybe gibba	21,6	4	2	3	0,03	0,035	0,83	10	10,90
Helvella elastica	3,3	7	2	3	0,005	0,061	0,83	10	10,90
Leucoagaricus rubrotinctus	123,3	19	9	2	0,18	0,165	3,75	6,66	10,77

Tabla 4.11. Relación de los taxones con valores observados y relativos de la biomasa, abundancia, distribución espacial y frecuencia temporal y sus índices de importancia relativa (IIR). Simbología; B=biomasa; A=Abundancia; P= parcela.

Especies	Valores observados				Valores relativos				
	B (g)	A	P	Años	B (g)	A	P	Años	IIR
FRECUENTES									
Trametes versicolor	20,9	14	1	3	0,03	0,122	0,42	10	10,57
Helvella acetabulum	2	1	1	3	0,003	0,009	0,42	10	10,43
Amanita pantherina	328	17	7	2	0,50	0,148	2,92	6,66	10,23
Boletus flaviporus	3737	29	2	1	5,72	0,252	0,83	3,33	10,14
OCASIONALES									
Amanita gemmata	265,6	21	6	2	0,40	0,182	2,50	6,66	9,76
Laccaria bicolor	54,9	34	6	2	0,08	0,295	2,50	6,66	9,55
Lyophyllum decastes	845,2	58	2	2	1,29	0,503	0,83	6,66	9,30
Lactarius chrysorrheus	390,3	33	4	2	0,59	0,286	1,67	6,66	9,22
Tylopilus felleus	1101,1	3	2	2	1,68	0,026	0,83	6,66	9,21
Gymnopilus sp,	74,1	31	5	2	0,11	0,269	2,08	6,66	9,13
Polyporus brumalis	47,9	19	5	2	0,07	0,165	2,08	6,66	8,99
Trichoglossum hirsutum	26,6	18	5	2	0,04	0,156	2,08	6,66	8,95
Helvella crispa	53,7	10	5	2	0,08	0,087	2,08	6,66	8,92
Auriscalpium vulgare	8,5	13	5	2	0,01	0,113	2,08	6,66	8,88
Austroboletus gracilis	244,9	12	4	2	0,37	0,104	1,67	6,66	8,81
Clavulina rugosa	47	17	4	2	0,07	0,148	1,67	6,66	8,55
Phaeocollybia kauffmanii	37,2	5	4	2	0,05	0,043	1,67	6,66	8,43
Lycoperdon umbrinum	24	7	4	2	0,03	0,061	1,67	6,66	8,43
Cortinarius calochrous	803	13	1	2	1,22	0,113	0,42	6,66	8,43
Russula sp 2	29,7	4	4	2	0,04	0,035	1,67	6,66	8,41
Gymnopus alkalivirens	69,1	43	11	1	0,10	0,373	4,58	3,33	8,40
Cantharellus cibarius	79	9	3	2	0,12	0,078	1,25	6,66	8,12
Mycena epipterygia	5,4	13	3	2	0,008	0,113	1,25	6,66	8,04
Ganoderma tsugae	328,1	4	2	2	0,50	0,035	0,83	6,66	8,04
Artomyces pyxidatus	46,9	5	3	2	0,07	0,043	1,25	6,66	8,03
Inocybe grammata	10	10	3	2	0,01	0,087	1,25	6,66	8,02
Lycoperdon perlatum	13	7	3	2	0,02	0,061	1,25	6,66	8,00
Tricholoma terreum	23,9	5	3	2	0,03	0,043	1,25	6,66	8,00
Amanita fulva	29,6	3	3	2	0,04	0,026	1,25	6,66	7,99
Chroogomphus tomentosus	12,2	4	3	2	0,01	0,035	1,25	6,66	7,97
Cortinarius alboviolaceus	224,8	14	2	2	0,34	0,122	0,83	6,66	7,97
Hypomyces lactifluorum	223,1	6	2	2	0,34	0,052	0,83	6,66	7,89
Otidea alutacea	209,5	49	1	2	0,32	0,425	0,42	6,66	7,83
Boletellus chrysenteroides	47,5	4	2	2	0,07	0,035	0,83	6,66	7,61

Tabla 4.11. Relación de los taxones con valores observados y relativos de la biomasa, abundancia, distribución espacial y frecuencia temporal y sus índices de importancia relativa (IIR). Simbología; B=biomasa; A=Abundancia; P= parcela.

Especies	Valores observados				Valores relativos				
	B (g)	A	P	Años	B (g)	A	P	Años	IIR
OCASIONALES									
Psathyrella candolleana	59,7	49	9	1	0,09	0,425	3,75	3,33	7,60
Russula delica	37,2	2	2	2	0,05	0,017	0,83	6,66	7,57
Lepiota echinacea	8	7	2	2	0,01	0,061	0,83	6,66	7,57
Astraeus hygrometricus	9,4	6	2	2	0,01	0,052	0,83	6,66	7,57
Russula amoenolens	20,7	3	2	2	0,03	0,026	0,83	6,66	7,56
Gloeophyllum sepiarium	13,5	4	2	2	0,02	0,035	0,83	6,66	7,56
Coprinellus angulatus	7,4	5	2	2	0,01	0,043	0,83	6,66	7,55
Inocybe calamistrata	7,2	5	2	2	0,01	0,043	0,83	6,66	7,55
Cortinarius sp. 2	15,1	3	2	2	0,02	0,026	0,83	6,66	7,55
Xylaria polymorpha	13,6	3	2	2	0,02	0,026	0,83	6,66	7,55
Lepiota clypeolaria	4,4	4	2	2	0,007	0,035	0,83	6,66	7,54
Lactarius olympianus	53,9	14	1	2	0,08	0,122	0,42	6,66	7,29
Pholiota spumosa	154,1	39	8	1	0,23	0,339	3,33	3,33	7,24
Pleurotus ostreatus	41,6	5	1	2	0,06	0,043	0,42	6,66	7,19
Lactarius sp. 2	13,4	5	1	2	0,02	0,043	0,42	6,66	7,15
Stereum ostrea	2,4	6	1	2	0,004	0,052	0,42	6,66	7,14
Clavaria vermicularis	10,1	4	1	2	0,01	0,035	0,42	6,66	7,13
Helvella lacunosa	1,5	1	1	2	0,002	0,009	0,42	6,66	7,09
Amanita muscaria	536,3	8	6	1	0,82	0,069	2,50	3,33	6,72
Helvella villosa	19,4	26	7	1	0,03	0,226	2,92	3,33	6,51
Phaeolus schweinitzii	692	8	2	1	1,05	0,069	0,83	3,33	5,30
Gymnopilus hemipenetrans	31	19	4	1	0,04	0,165	1,67	3,33	5,21
Inocybe sp. 1	14,8	13	4	1	0,02	0,113	1,67	3,33	5,14
ESPORÁDICAS									
Xylaria hypoxylon	11,1	40	3	1	0,01	0,347	1,25	3,33	4,95
Scleroderma polyrhizum	471,2	3	2	1	0,72	0,026	0,83	3,33	4,91
Tapinella panuoides	57,8	20	3	1	0,08	0,174	1,25	3,33	4,85
Leucopaxillus gentianeus	107,4	6	3	1	0,16	0,052	1,25	3,33	4,80
Xylaria fockei	17,2	17	3	1	0,02	0,148	1,25	3,33	4,76
Ramaria sp.	42,6	3	3	1	0,06	0,026	1,25	3,33	4,67
Hexagonia apiaria	23	4	3	1	0,03	0,035	1,25	3,33	4,65
Suillus brevipes	226,3	16	2	1	0,34	0,139	0,83	3,33	4,65
Helvella atra	7,7	5	3	1	0,01	0,043	1,25	3,33	4,64
Clavaria tenuitipes	35,7	23	2	1	0,05	0,200	0,83	3,33	4,42
Geastrum rufescens	72,9	10	2	1	0,11	0,087	0,83	3,33	4,37

Tabla 4.11. Relación de los taxones con valores observados y relativos de la biomasa, abundancia, distribución espacial y frecuencia temporal y sus índices de importancia relativa (IIR). Simbología; B=biomasa; A=Abundancia; P= parcela.

Especies	Valores observados				Valores relativos				
	B (g)	A	P	Años	B (g)	A	P	Años	IIR
ESPORÁDICAS									
Marasmius spegazzinii	16,5	16	2	1	0,02	0,139	0,83	3,33	4,33
Agaricus placomyces	32,6	10	2	1	0,05	0,087	0,83	3,33	4,30
Russula sp. 1	36,5	7	2	1	0,05	0,061	0,83	3,33	4,28
Tylopilus plumbeoviolaceus	31,1	3	2	1	0,04	0,026	0,83	3,33	4,24
Agrocybe aeregita	27,1	3	2	1	0,04	0,026	0,83	3,33	4,23
Lactarius pubescens	20,8	3	2	1	0,03	0,026	0,83	3,33	4,22
Pseudohydnum gelatinosum	2,5	5	2	1	0,004	0,043	0,83	3,33	4,21
Leucocoprinus cepeastipes	17,9	2	2	1	0,02	0,017	0,83	3,33	4,21
Polyporus tricholoma	5,7	3	2	1	0,009	0,026	0,83	3,33	4,20
Clavulina cinerea	9,6	2	2	1	0,01	0,017	0,83	3,33	4,20
Geastrum saccatum	6,9	2	2	1	0,01	0,017	0,83	3,33	4,19
Buchwaldoboletus hemychrysus	193,2	5	1	1	0,29	0,043	0,42	3,33	4,09
Neolentinus lepideus	191,1	4	1	1	0,29	0,035	0,42	3,33	4,08
Russula nigricans	161,6	5	1	1	0,24	0,043	0,42	3,33	4,04
Gymnopus acervatus	35,6	16	1	1	0,05	0,139	0,42	3,33	3,94
Calocera cornea	2,3	21	1	1	0,004	0,182	0,42	3,33	3,94
Peziza sp. 1	21	17	1	1	0,03	0,148	0,42	3,33	3,93
Dacrymyces palmatus	1,6	19	1	1	0,002	0,165	0,42	3,33	3,92
Amanita solitaria	89,1	3	1	1	0,13	0,026	0,42	3,33	3,91
Inocybe sp. 2	3,6	18	1	1	0,006	0,156	0,42	3,33	3,91
Boletellus betula	95,4	1	1	1	0,14	0,009	0,42	3,33	3,90
Ramaria flava	55,8	7	1	1	0,08	0,061	0,42	3,33	3,90
Agaricus silvycola	60,4	2	1	1	0,09	0,017	0,42	3,33	3,86
Amanita tuza	49,4	2	1	1	0,07	0,017	0,42	3,33	3,84
Lactarius sanguifluus	19,8	6	1	1	0,03	0,052	0,42	3,33	3,83
Lactarius indigo	41,4	2	1	1	0,06	0,017	0,42	3,33	3,83
Fomitopsis pinicola	45,2	1	1	1	0,06	0,009	0,42	3,33	3,83
Omphalatus mexicanus	33,6	3	1	1	0,05	0,026	0,42	3,33	3,83
Marasmius rotula	4,1	8	1	1	0,006	0,069	0,42	3,33	3,83
Xeromphalina campanella	1,1	8	1	1	0,002	0,069	0,42	3,33	3,82
Boletus barrowsii	40,2	1	1	1	0,06	0,009	0,42	3,33	3,82
Hygrophorus russula	27,3	3	1	1	0,04	0,026	0,42	3,33	3,82
Cortinarius violaceus	38,4	1	1	1	0,05	0,009	0,42	3,33	3,82
Otidea onotica	3,8	7	1	1	0,006	0,061	0,42	3,33	3,82
Boletus sp. 1	35	1	1	1	0,05	0,009	0,42	3,33	3,81

Tabla 4.11. Relación de los taxones con valores observados y relativos de la biomasa, abundancia, distribución espacial y frecuencia temporal y sus índices de importancia relativa (IIR). Simbología; B=biomasa; A=Abundancia; P= parcela.

Especies	Valores observados				Valores relativos				
	B (g)	A	P	Años	B (g)	A	P	Años	IIR
ESPORÁDICAS									
Dentinum repandum	25,4	2	1	1	0,03	0,017	0,42	3,33	3,81
Rhodocollybia maculata	21	2	1	1	0,03	0,017	0,42	3,33	3,80
Xylaria coccophora	3,1	5	1	1	0,005	0,043	0,42	3,33	3,80
Lactarius piperatus	20	2	1	1	0,03	0,017	0,42	3,33	3,80
Tapinella atrotomentosa	22	1	1	1	0,03	0,009	0,42	3,33	3,79
Craterellus cornucopioides	3,7	4	1	1	0,006	0,035	0,42	3,33	3,79
Trichaptum abietinum	1,9	4	1	1	0,003	0,035	0,42	3,33	3,79
Xylaria longipes	7,3	3	1	1	0,01	0,026	0,42	3,33	3,79
Trametes hirsuta	6,1	3	1	1	0,009	0,026	0,42	3,33	3,79
Lepiota sp. 1	6	3	1	1	0,009	0,026	0,42	3,33	3,79
Scleroderma cepa	5,9	3	1	1	0,009	0,026	0,42	3,33	3,79
Russula rosea	11,1	2	1	1	0,01	0,017	0,42	3,33	3,78
Clitocybula lacerata	5	3	1	1	0,008	0,026	0,42	3,33	3,78
Tremella mesenterica	10,4	2	1	1	0,01	0,017	0,42	3,33	3,78
Macrolepiota procera	15,4	1	1	1	0,02	0,009	0,42	3,33	3,78
Peziza badioconfusa	3,7	3	1	1	0,006	0,026	0,42	3,33	3,78
Coprinus silvaticus	14,5	1	1	1	0,02	0,009	0,42	3,33	3,78
Inocybe confusa	2,9	3	1	1	0,004	0,026	0,42	3,33	3,78
Lepiota sp. 2	8	2	1	1	0,01	0,017	0,42	3,33	3,78
Lactarius sp. 1	7,7	2	1	1	0,01	0,017	0,42	3,33	3,78
Suillus sp.	13,3	1	1	1	0,02	0,009	0,42	3,33	3,78
Craterellus tubaeformis	7,3	2	1	1	0,01	0,017	0,42	3,33	3,78
Tarzetta catinus	1,1	3	1	1	0,002	0,026	0,42	3,33	3,78
Postia caesia	3,6	2	1	1	0,006	0,017	0,42	3,33	3,77
Cordyceps militaris	3,3	2	1	1	0,005	0,017	0,42	3,33	3,77
Laetiporus sulphureus	8,6	1	1	1	0,01	0,009	0,42	3,33	3,77
Agaricus bitorquis	8,3	1	1	1	0,01	0,009	0,42	3,33	3,77
Agaricus xanthodermus	7,6	1	1	1	0,01	0,009	0,42	3,33	3,77
Inocybe dulcarama	1,7	2	1	1	0,003	0,017	0,42	3,33	3,77
Hexagonia variegata	6,8	1	1	1	0,01	0,009	0,42	3,33	3,77
Crepidotus mollis	0,4	2	1	1	0,001	0,017	0,42	3,33	3,77
Clathrus ruber	5,8	1	1	1	0,009	0,009	0,42	3,33	3,77
Gyrodon sp.	5,5	1	1	1	0,008	0,009	0,42	3,33	3,77
Russula lutea	4,6	1	1	1	0,007	0,009	0,42	3,33	3,77
Pluteus ephebeus	4,5	1	1	1	0,007	0,009	0,42	3,33	3,77

Tabla 4.11. Relación de los taxones con valores observados y relativos de la biomasa, abundancia, distribución espacial y frecuencia temporal y sus índices de importancia relativa (IIR). Simbología; B=biomasa; A=Abundancia; P= parcela.

Especies	Valores observados				Valores relativos				
	B (g)	A	P	Años	B (g)	A	P	Años	IIR
ESPORÁDICAS									
Pluteus chrysophlebius	3,5	1	1	1	0,005	0,009	0,42	3,33	3,76
Trichoderma viride	2,3	1	1	1	0,004	0,009	0,42	3,33	3,76
Peziza violacea	1	1	1	1	0,002	0,009	0,42	3,33	3,76
Humaria hemisphaerica	0,9	1	1	1	0,001	0,009	0,42	3,33	3,76
Conocybe tenera	0,7	1	1	1	0,001	0,009	0,42	3,33	3,76
Guepina helvelloides	0,7	1	1	1	0,001	0,009	0,42	3,33	3,76

Tabla 4.12 Comparación de especies dominantes entre distintos trabajos

Autores	País	Especies dominantes		
*Nantel y Neuman (1992)	Canada	*Hygrophorus ceraceus*	*Nolanea lutea*	*Nolanea quadrata*
Giachini *et al*. (2004)	Brasil	*Scleroderma areolatum*	*S. citrinum*	*Laccaria laccata* var. *laccata*
Mendoza-Díaz *et al*. (2006)	México	*Lactarius thyinos*	*Russula paludosa*	*Russula xerampelina*
Garibay-Orijel *et al*. (2009)	México	*Laccaria laccata* var. *pallidifolia*	*Gymnopus confluens*	*Laccaria vinaceobrunnea*
Azul *et al*. (2009)	Portugal	*Astraeus hygrometricus*	*Laccaria laccata*	
Baptista *et al*. (2010)	Portugal	género *Collybia* (= *Gymnopus*)	*Laccaria laccata*	
Buée *et al*. (2011)	Francia	*Laccaria laccata*	*Rhodocollybia butyracea*	
Presente trabajo	México	*Gymnopus confluens*	*Rhodocollybia butyracea*	*Laccaria laccata*

Nota: *Laccaria laccata aparece en el octavo lugar de acuerdo al valor de importancia relativa

4.6 Conclusiones

En relación a la superficie del PNBC (452 ha) se considera que el área de estudio posee una alta riqueza y diversidad de macromicetos, entre otras razones, la alta diversidad se debe a la complejidad estructural de la vegetación y a las condiciones fisiográficas del área.

De acuerdo con Schmit *et al*. (1999) y Schmit y Lodge (2005), los estimadores de riqueza no son sólidos para el estudio de macromicetos, sin embargo, con el análisis de los datos del presente trabajo se observó un buen desempeño de los estimadores: Chao2, Jack 2 y ICE, por lo que podrían ser usados en estudios micocenológicos a corto plazo.

El diseño de muestreo sistemático fue eficiente para cumplir con los objetivos del presente trabajo, con un muestreo de 0,16% (0,72 ha) de la superficie total del área de estudio se reporta el 76,1% de las especies observadas de toda el área y según los estimadores no paramétricos se registró entre el 65-74% de las especies.

Se observan algunos patrones con respecto a la riqueza y diversidad de especies de macromicetos:

- En el área de estudio, los bosques mixtos (pino-encino) presentan una mayor riqueza y diversidad que en los bosques monoespecíficos (pinos), datos que concuerdan con otros autores en otras regiones del mundo.

- La cobertura de los distintos estratos de la vegetación influyen sobre la riqueza y diversidad de macromietos.

- Localmente existe una correlación positiva entre la riqueza y diversidad con respecto a la altitud, sin embargo, no se puede reconocer un patrón por las disparidades con otros autores a otras latitudes y por contar con un corto gradiente altitudinal.

- A nivel específico, se vislumbra un patrón en la dominancia de los géneros *Laccaria* y *Gymnopus* en los bosques mixtos y de coníferas en México, sin embargo se requiere de mayor información para confirmar este patrón.

4.7 Literatura citada

Arnolds, E., 1981. *Ecology and coenology of macrofungi in grasslands and moist heathlands in Drenthe, the Netherlands. Part 1. Introduction and synecology*. Bibliotheca mycological. J. Cramer in der A.R. Gantner Verlag Kommanditgesellschaft. Germany. 83 pp.

Arnolds, E., 1992. The analysis and classification of fungal communities with special reference to macrofungi. En: Winterhoff, W. (ed.). *Fungi in vegetation science*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, Netherlands. Pp. 7-48.

Arora, D., 1986. *Mushrooms Demystified*. 2ª ed. Ten speed press. Berkeley, California, USA. 590 pp.

Arteaga-Martínez, B. y C. Moreno-Zárate, 2006. Los hongos comestibles silvestres de Santa Catarina del Monte, Estado de México. *Revista de Chapingo, serie ciencias forestales y del ambiente*, 12(02): 125-131.

Azul, A.M., P. Castro, J.P. Sousa y H. Freitas, 2009. Diversity and fruiting patterns of ectomycorrhizal and saprobic fungi as indicators of land-use severity in managed woodlands dominated by *Quercus suber*- a case study from southern Portugal. *Canadian Journal of Forest Research*, 39(12): 2404-2417.

Bandala, V.M., G. Guzmán y L. Montoya, 1994. *Evaluación de la producción de los hongos comestibles en los bosques del Cofre de Perote*. En: Memorias del V Congreso Nacional de Micología. Sociedad Mexicana de Micología, Guanajuato, Gto. México. Pp. 179.

Baptista, P., A. Martins, R.M. Tavares y T. Lino-Neto, 2010. Diversity and fruiting pattern of macrofungi associated with chestnut (*Castanea sativa*) in the Trás-os-Montes region (Northeast Portugal). *Fungal Ecology*, 3(1): 9-19.

Begon, M., J.L. Harper y C.R. Townsend, 1986. *Ecology: Individuals, Populations and Communities*. Blackwell, Oxford. 1049 pp.

Bessette, A., R. Bessette y D.W. Fischer, 1997. *Mushrooms of northeastern North America*. Ed. Syracuse. USA. 582 pp.

Bills, G.F., G.I. Holtzman y O.K. Miller, 1986. Comparison of ectomycorrhizal basidiomycete communities in red spruce versus northern hardwood forests of West Virginia. *Canadian Journal of Botany*, 64: 760-768.

Brown, N., S. Bhagwat y S. Watkinson, 2006. Macrofungal diversity in fragmented and disturbed forests of the Western Ghats of India. *Journal of Applied Ecology*, 43(1): 11-17.

Buée, M., J.P. Maurice, B. Zeller, S. Andrianariosoa, J. Ranger, R. Courtecuisse, B. Marcais y F. Le Tacon, 2011. Influence of tree species on richness and diversity of epigeous fungal communities in a French temperate forest stand. *Fungal Ecology*, 4: 22-31.

Cantrel, S., 2004. A Comparison of Two Sampling Strategies to Assess Discomycete. *Caribbean Journal of Science*, 40(1): 8-16.

Chacón, S. y G. Guzmán, 1995. Observations on the phenology of ten fungal species in the subtropical forests at Xalapa, Mexico. *Mycological Research*, 99(1): 54-56.

Cifuentes, J., M. Villegas y L. Pérez-Ramírez, 1986. Hongos. En: Lot, A. y F. Chiang, *Manual de Herbario: Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos*. Consejo Nacional de la Flora de México, México, D. F. Pp. 55-64.

Colwell, R.K., 2006. Estimates: Statistical estimations of species richness and shared species from samples. Version 8. Persistent URL <purl.oclc.org/estimates>.

Darimont, F., 1973. *Recherches mycosociologiques dans les fórets du Hautle Belgique*. Inst. Royal des Sciences Nat. Du Belgique. Memorie No. 170.

Dennis, R., 1978. *British Ascomycetes*. J. Cramer. Germany. 585 pp.

Durall, D.M., S. Gamiet, S.W. Simard, L. Kudrna, S.M. Sakakibara, 2006. Effects of clearcut logging and tree species composition on the diversity and community composition of epigeous fruit bodies formed by ectomycorrhizal fungi. *Canadian Journal of Botany*, 84: 966-980.

Fernández-Toirán, L.M., T. Ágreda y J.M. Olano, 2006. Stand age and sampling year effect on the fungal fruit body community in *Pinus pinaster* forests in central Spain. *Canadian Journal of Botany*, 84: 1249-1258.

Ferris, R., A.J. Peace y A.C. Newton, 2000. Macrofungal communities of lowland Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karsten.) plantations in England: relationships with site factors and stand structure. *Forest Ecology and Management*, 131: 255-267.

Fierros, M.L., J.L. Navarrete-Heredia y L. Guzmán-Dávalos, 2000. Hongos macroscópicos de la Sierra de Quila, Jalisco, México: diversidad y similitud fungística. *Revista de Biología Tropical*, 48(4): 931-937.

Fogel, R., 1981. Quantification of sporocarps produced by hypogeous fungi. En: Wicklow D. T. y G.C. Carroll (eds.). *The Fungal Community*. New York: Marcel Dekker. Pp. 553-568.

Gardes, M. y T.D. Bruns, 1996. Community structure of ecto-mycorrhizal fungi in a *Pinus muricata* forest: above and below ground views. *Canadian Journal of Botany*, 74: 1572-1583.

Garibay-Orijel, R., M. Martínez-Ramos y J. Cifuentes, 2009. Disponibilidad de esporomas de hongos comestibles en los bosques de pino-encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80: 521-534.

Gaston, K.J., 1996. What is biodiversity?. En: Gaston, K.J. (ed.). *Biodiversity: a biology of numbers and difference*. Blackwell Science, Oxford, United Kingdom. Pp. 1-9.

Gates, G.M., C. Mohammed, D.A. Ratkowsky, T. Wardlaw y N.J. Davidson, 2011. Diversity and ecology of epigeous ectomycorrhizal macrofungal assemblages in a native wet eucalypt forest in Tasmania, Australia. *Fungal Ecology*, 4(4): 290-298.

Giachini, A.J., L.B. Souza y V.L. Oliveira, 2004. Species richness and seasonal abundance of ectomycorrhizal fungi in plantations of *Eucalyptus dunnii* and *Pinus taeda* in southern Brazil. *Mycorrhiza*, 14(6): 375-81.

Gómez-Hernández, M. y G. Williams-Linera, 2011. Diversity of macromycetes determined by tree species, vegetation structure, and microenvironment in tropical cloud forests in Veracruz, Mexico. *Botany*, 89(3): 203-216.

Gómez-Reyes, V.M., 2002. *Producción natural de hongos comestibles silvestres en el ejido La Ampliación de la comunidad de Atécuaro, Mpio. de Morelia, Mich*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 86 pp.

Gómez-Reyes, V.M., 2005. *Diversidad de hongos ectomicorrícicos en relación a las unidades ambientales en el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Uruapan, Michoacán*. Tesis de Maestría en Ciencias en Conservación y Manejo de Recursos Naturales. Facultad de Biología-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia. Mich. México. 94 pp.

Gómez-Reyes, V.M., M. Gómez-Peralta y A. Terrón, 2011. Efecto de las variables ambientales sobre la biomasa de macromicetos ectomicorrícicos. *Biológicas*, 13(1): 70-77.

González, Z., 1986. *Estudio preliminar de hongos comestibles, venenosos y su producción por hectárea en bosques mixtos de Pinus-Quercus, en el Mpio. de Tlalpujahua y Senguio,*

*Mic*h. Tesis Ing. Agrónomo especialidad en Fitotecnia. ITA No. 7. SEP. Morelia, Michoacán, México. 80 pp.

González-Velásquez, A. y R. Valenzuela, 1993. Boletáceos y Gonfidiáceos del Estado de México. I. Discusiones sobre su distribución en diferentes tipos de vegetación, asociaciones ectomicorrizógenas, fenología y comestibilidad. *Revista Mexicana de Micología*, 9: 35-46.

Guzmán, G., 1958. El hábitat de *Psilocybe muliercula* Singer y Smith (= *Ps. wassonii* Heim), agaricáceo alucinógeno mexicano. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 19: 215-229.

Guzmán, G., 1979. *Identificación de los hongos: comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de la medara*. 5ª ed., Ed. Limusa, México. 452 pp.

Guzmán, G., 2008. Análisis de los estudios sobre los Macromycetes de México. *Revista Mexicana de Micología*, (28): 7-15.

Guzmán-Dávalos, L. y G. Guzmán, 1979. Estudio ecológico comparativo entre los hongos (macromicetos) de los bosques tropicales y los de coníferas del sureste de México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 13: 89-126.

Haas, H., 1932. Die bodenbewohnenden Grosspilze in den Waldformationen einiger Gebiete von Württemberg. *Beih. Bot. Centralbl*, 50B: 35-134.

Halling, R.E., 1983. The genus *Collybia* (Agaricales) in the Northeastern United States and adjacent Canada. *Mycologia*, 8: 1-148.

Halling, R.E., 1996. Recommendations for collecting mushrooms. En: Alexiades, M. N. (ed.). *Selected guidelines for ethnobotanical research: A field manual*. New York Botanical Garden, New York. Pp. 135-141.

Hering, T.F., 1966. The terricolous higher fungi of four lake district woodlands. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 49: 369-383.

Hesler, L. y A.H. Smith, 1979. *North American species of Lactarius*. The University of Michigan. Press, Michigan. USA. 856 pp.

Höfler, K., 1937. Pilzsoziologie. *Berichte der Deutschen Botanischen* Gesellschaft, 55: 606-606.

Jansen, A.E., 1981. *The vegetation and macrofungi of acid oakwoods in the North East Netherlands*. Ph. Thesis. Wageningen. 131 pp.

Jenkinds, D.T., 1986. *Amanita of North America*. Mad River Press, Eureka. California. USA. 197 pp.

Kalammes, K., 1979. The role of fungal groupings in the structure of ecosystems. Eesti Nvs Tead. Akada. *Tome Biol*., 28: 206-213.

Kirk, P., F. Cannon, W. Minter y A. Stalpers, 2008. *Dictionary of the fungi*. 10ª Ed. CAB International. Wallingford. 771 pp.

Lagàn, A., C. Angiolini, S. Loppi, E. Salerni, C. Perini, C. Barluzzi y V. De Dominicis, 2002. Periodicity, fluctuations and successions of macrofungi in fir forest (*Abies alba* Miller) in Tuscany, Italy. *Forest Ecology and Management*, 169: 187-202.

Lagàn, A., S. Loppià y V. De Dominicis, 1999. Relationship between environmental factors and the proportions of fungal trophic groups in forest ecosystems of the central Mediterranean area. *Forest Ecology and Management*, 124: 145-151.

Largent, D., D. Johnson y R. Watling, 1984. *How to identify mushrooms to genus III: microscopic features*. Mad River Press, Eureka. California. USA 148 pp.

Leacock, R.P., 1997. *Diversity of ectomycorrhizal fungi in minnesota's ancient and younger stands of red pine and northern hardwood-conifer forests*. Thesis of doctor philosophy. University of Minesota. 96 pp.

Leischner-Siska, E., 1939. Zur Soziologie und Okologie der höheren Pilze. Untersuchung der Pilvegetation in der Umgebung von Salzburg während des Maximalaspektes 1937. *Beihefte zum Botanischen Centralblatt*, 59: 359-429.

Llamas, B. y A. Terrón, 2003. *Atlas fotográfico de los hongos de la Península Ibérica*. Ed. Celarayn. España. 547 pp.

Lodge, D.J., J. Ammirati y T.E. O'Dell, 2004. Collecting and describing macrofungi. En: Mueller, G.M., G.F. Bills y M.S. Foster (eds.). *Biodiversity of fungi. Inventory and monitoring methods*. Elsevier Ltd, Pp. 128-158.

Luoma, D.L., R. Frenkel y J.M. Trappe, 1991. Fruiting of hypogeous fungi in Oregon Douglas-fir forest: seasonal and habitat variation. *Mycologia*, 83: 335-353.

Magurran, A., 1989. Diversidad Ecológica y su medición. Vedrá. Barcelona, España. 200 pp.

Marmolejo, J.G. y H. Méndez-Cortés, 2007. Diversidad de hongos causantes de pudrición de la madera en cinco especies de pinos en Nuevo León, México. *Revista Mexicana de Micología*, 25: 51-57.

Martínez de Aragón, J., L.A. Bonet, C.R. Fischer y C. Colinas, 2007. Productivity of ectomycorrhizal and selected edible saprotrophic fungi in pine forests of the pre-Pyrenees mountains, Spain: Predictive equations for forest management of mycological resources. *Forest Ecology and Management*, 252(1-3): 239-256.

Mendoza, S. y M. Martínez, 1994. Evaluación de la producción de *Russula brevipes – Hypomyces lactifluorum*, en un bosque de pino–encino del municipio de Villa Madero, Mich. *Revista de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, 12: 30-38.

Mendoza-Díaz, M., F. Zavala-Chávez y E. Estrada-Martínez, 2006. Hongos asociados con encinos en la porción noroeste de la Sierra de Pachuca, Hidalgo. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 12(1): 13-18.

Mueller, G.M., J.P. Schmit, M. Sabine, H.L. Ryvarden, T.E. O'Dell, D.J. Lodge, P.R. Leacock, M. Mata, L. Umañia, Q. Wu y D. Czederpiltz, 2004. Recommended protocols for sampling macrofungi. En: Mueller, G.M., G.F. Bills y M.S. Foster (eds.). *Biodiversity of fungi. Inventory and monitoring methods*. Elsevier Academic Press. London. Pp. 163-172.

Nantel, P. y P. Neumann, 1992. Ecology of ectomicorrhizal-basidiomycete communities on a local vegetation gradient. *Ecology*, 73(1): 99-117.

Ohenoja, E., 1993. Effect of weather conditions on the larger fungi at different forest sites in northern Finland in 1976-1988. *Acta Universitatis Ouluensis*, 243: 1-69.

Pérez-Moreno, J., 1994. Perspectivas de los estudios ecológicos de los hongos comestibles en México. En: Memorias del V Congreso Nacional de Micología. Sociedad Mexicana de Micología/Universidad de Guanajuato. Guanajuato, Gto. México. Pp. 175.

Perini, C., C. Barluzzi y V. de Dominics, 1989. Mycocoenological research on evergreen oak Wood in the hills adjacent to the Maremma coasline (NW of Grozzeto, Italy). *Phytocoenologia*, 17: 289-306.

Pilz, D., F. Brodie, S. Alexander, R. Molina, 1998. Relative value of chantarelles and timer as commercial forest products. *AMBIO*, 9: 14-16.

Richard, F., P.A. Moreau, M.A. Selosse y M. Gardes, 2004. Diversity and fruiting patterns of ectomycorrhizal and saprobic fungi in an old-growth Mediterranean forest dominated by *Quercus iles* L. *Canadian Journal of Botany*, 82: 1711-1729.

Rojas, C. y S.L. Stephenson, 2008. Myxomycete ecology along an elevation gradient on Cocos Isalnd, Costa Rica. *Fungal Diversity*, 29: 117-127.

Ruotsalainen, A.L., J. Tuomi y H. Väre, 2002. A model for optimal mycorrhizal colonization along altitudinal gradients. *Silva Fennica*, 36: 681-694.

Rzedowki, J., 2006. *Vegetación de México*. 1ª Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 417 pp.

Salo, K., 1979. Mushroom and mushroom yield on transitional peatlands in Central Finland. *Annales Botanici Fennici*, 16: 181-182.

Sánchez, A., S. Chacón y J.E. Sánchez, 1993. Producción natural de *Cookeina sulcipes* (Ascomycotina, Pezizales) en la región de Tapachula, Chiapas (México). *Revista Mexicana de Micología*, 9: 24-56.

Sánchez, R.R., 1982. *Evaluación de la producción de hongos comestibles (Russula brevipes) en una plantación de pinos en Michoacán*. En: Memorias del 1er. Congreso Nacional de Micología, Xalapa, Ver. México. Pp. 34.

Santos-Silva, C., A. Gonçalves y R. Louro, 2011. Canopy cover influence on macrofungal richness and sporocarp production in montado ecosystems. *Agroforestry Systems*, 82(2): 149-159.

Sarrionadia, E., 2006. Estudio de las micocenosis de los macromicetos de los encinares del País Vasco. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco. España. 325 pp.

SAS Institute, 2005. JMP User Guide. Release 6. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Stephenson, S.L., M. Schnittler y C. Lado, 2004. Ecological characterization of a tropical myxomycete assemblage-Maquipucuna Cloud Forest Reserve, Ecuador. *Mycologia*, 96:488-497.

Schmit, J.P. y D.J. Lodge, 2005. Classical Methods and Modern Analysis for Studying Fungal Diversity. En: Dighton, J., F.J. White y P. Oudemans, (eds.). *The Fungal Community: its organization and role in the ecosystem*. Boca Raton, Fl.: Taylor y Francis, Pp. 193-214.

Schmit, J.P., J.F. Murphy y G.M. Mueller, 1999. Macrofungal diversity of a temperate oak forest: a test of species richness estimators. *Canadian Journal of Botany*, 77: 1014-1027.

Senn-Irlet, B. y G. Bieri, 1999. Sporocarp succession of soil-inhabiting macrofungi in an autochthonous subalpine Norway spruce forest of Switzerland. *Forest Ecology and Management*, 124(2-3): 169-175.

Singer, R., J. García y L.D. Gómez, 1990. The Boletinae *of Mexico and Central America I y II*. Nova Hedwigia J. Cramer. Berlin, Germany. 78 pp.

Singer, R., J. García y L.D. Gómez, 1991. *The Boletinae of Mexico and Central America III*. Nova Hedwigia J. Cramer. Berlin, Germany. 72 pp.

Singer, R., J. García y L.D. Gómez, 1992. *The Boletinae of Mexico and Central America IV*. Nova Hedwigia J. Cramer. Berlín, Germany. 46 pp.

Smith, M.E., G.W. Douhan y D.M. Rizzo, 2007. Ectomycorrhizal community structure in a xeric *Quercus* woodland based on rDNA sequence analysis of sporocarps and pooled roots. *New Phytologist*, 174(4): 847-863.

Straatsma, G. y I. Krisai-Greilhuber, 2003. Assemblage structure, species richness, abundance, and distribution of fungal fruit bodies in a seven year plot-based survey near Vienna. *Mycological Research*, 107(5): 632-640.

Straatsma, G., F. Ayer, y S. Egli, 2001. Species richness, abundance, and phenology of fungal fruit bodies over 21 years in a Swiss forest plot. *Mycological Research*, 105(5):515-523.

Tedersoo, L., T. Suvi, E. Larsson y U. Kõljalg, 2006. Diversity and community structure of ectomycorrhizal fungi in a wooded meadow. *Mycological research*, 110(6): 734-48.

Thiers, B., 2011. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponible en: http://sweetgum.nybg.org/ih/.

Tofts, R.J. y P.D. Orton, 1998. The species accumulation curve for agarics and boleti from a Caledonian pinewood. *Mycologist*, 12(3): 98-102.

Tóth, B.B. y A. Feest, 2007. A simple method to assess macrofungal sporocarp biomass for investigating ecological change. *Canadian Journal of Botany*, 85(7): 652-658.

Villarreal, L. y G. Guzmán, 1985. Producción de los hongos comestibles silvestres en los bosques de México (parte I). *Revista Mexicana de Micología*, 1: 51-90.

Villarreal, L. y G. Guzmán, 1986. Producción de los hongos comestibles silvestres en los bosques de México (parte III). *Revista Mexicana de Micología*, 2: 259-277.

Villarreal, L., 1994. *Análisis ecológico-silvícola de la productividad natural de los hongos comestibles silvestres en los bosques del Cofre del Perote, Veracruz*. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 158 pp.

Villeneuve, N., M.M. Grandtner y J.A. Fortin, 1989. Frequency and diversity of ectomicorrhizal and saprophytic macrofungi in the Laurentide Mountains of Quebec. *Canadian Journal of Botany*, 67: 2616-2629.

Villeneuve, N., M.M. Grandtner y J.A. Fortin, 1991. The study of macrofungal communities: defining adequate sampling units by means of cluster analysis. *Vegetatio*, 94: 125-132.

Watling, R., 1995. Assessment of fungal diversity: macromycetes, the problems. *Canadian Journal of Botany*, 73(Suppl. 1): S15-S24.

Zak, J.C. y M.R. Willig, 2004. Fungal biodiversity patterns. En: Mueller, G.M., G.F. Bills y M.S. Foster (eds.). *Biodiversity of fungi: Inventory and monitoring methods*. Elsevier Ltd, Pp. 59-75.

Zamora-Martínez, M.C. y 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.

Zamora-Martínez, M.C., 1994. *Potencial productivo de los hongos comestibles silvestres de los bosques templados de la región central de México*. En: Memorias del V Congreso Nacional de Micología. Sociedad Mexicana de Micología, Guanajuato, Gto., México. Pp. 175.

Zamora-Martínez, M.C., 2000. *Recomendaciones para la recolección, consumo y protección de los hongos silvestres comestibles.* CENID/COMEF/INIFAP. México. 27 pp.

Anexo 4.1. Ordenación sistemática

- Ascomycota
  - Leotiomycetes
    - Helotiales
      - Geoglossaceae
        - *Trichoglossum*
          - *T. hirsutum* (Pers.) Boud., 1907 (S; Te)
  - Pezizomycetes
    - Pezizales
      - Helvellaceae
        - *Helvella*
          - *H. acetabulum* (L.) Quél., 1874 (M; Te)
          - *H. atra* J. König, 1770 (M; Te)
          - *H. crispa* (Scop.) Fr., 1822 (M; Te)
          - *H. elastica* Bull., 1785 (M; Te)
          - *H. lacunosa* Afzel., 1783 (M; Te)
          - *H. villosa* Schaeff., 1770 (M; Te)
      - Morchellaceae
        - Morchella
          - *M. rufobrunnea* Guzmán & F. Tapia, 1998 (S; Te)
      - Pezizaceae
        - *Peziza*
          - *P. badiofusca* (Boud.) Dennis, 1960 (M; Te)
          - *P. violacea* Pers., 1797 (M; Te)
          - *Peziza* sp. 1 (M; Ca)
      - Pyronemataceae
        - *Humaria*
          - *H. hemisphaerica* (F.H. Wigg.) Fuckel, 1869 (M; Li)
        - *Otidea*
          - *O. alutacea* (Pers.) Massee, 1895 (M; Te)
          - *O. onotica* (Pers.) Fuckel, 1869 (M; Te)
        - *Tarzetta*
          - *T. catinus* (Holmsk.) Korf & J.K. Rogers, 1971 (M; Te)
  - Sordariomycetes
    - Hypocreales
      - Cordycipitaceae
        - *Cordyceps*
          - *C. militaris* (L.) Link, 1833 (P; In)

Simbología: Grupo trófico: M= Micorrízico; S= Saprobio; P= Parásito. Hábitas: Ca= Carbonícola; Hi= Hipogeos; Hu= Humícola; In= Insecto; Li= Lignícola; Mi= Micoparásito; Te= Terrícola.

Hypocreaceae
Hypomyces
H. lactifluorum (Schwein.) Tul. & C. Tul., 1860 (P; Mi)
Trichoderma
T. viride Pers., 1794 (S; li)
Xylariales
Xylariaceae
Xylaria
X. coccophora Mont., 1855 (S; li)
X. fockei (Miq.) Cooke, 1884 (S; li)
X. hypoxylon (L.) Grev., 1824 (S; li)
X. longipes Nitschke, 1867 (S; li)
X. polymorpha (Pers.) Grev., 1824 (S; li)
Basidiomycota
Agaricomycetes
Agaricales
Agaricaceae
Agaricus
A. bitorquis (Quél.) Sacc., 1887 (S; Te)
A. placomyces Peck, 1878 (S; Te)
A. silvicola (Vittad.) Peck, 1872 (S; Te)
A. xanthodermus Genev., 1876 (S; Te)
Coprinus
C. silvaticus Peck, 1872 (S; Li)
Lepiota
L. clypeolaria (Bull.) Quél., 1871 (S; Hu)
L. echinacea J.E. Lange, 1940 (S; Hu)
Lepiota sp. 1 (S; Hu)
Lepiota sp. 2 (S; Hu)
Leucoagaricus
L. rubrotinctus (Beeli) Singer, 1948 (S; Hu)
Leucocoprinus
L. cepistipes (Sowerby) Pat., 1889 (S; Hu)
Lycoperdon
L. perlatum Pers., 1796 (S; Te)
L. umbrinum Pers., 1801 (S; Te)
Macrolepiota
M. procera (Scop. Fr.) Singer, 1948 (S; Te)

Simbología: Grupo trófico: M= Micorrízico; S= Saprobio; P= Parásito. Hábitas: Ca= Carbonícola; Hi= Hipogeos; Hu= Humícola; In= Insecto; Li= Lignícola; Mi= Micoparásito; Te= Terrícola.

Amanitaceae

Amanita

A. arkansana H. S. Rosen, 1926 (M; Te)

A. chlorinosma (Austin) Lloyd, 1898 (M; Te)

A. fulva (Schaeff.) Fr., 1815 (M; Te)

A. gemmata (Fr.) Bertill., 1866 (M; Te)

A. muscaria (L.) Lam., 1783 (M; Te)

A. onusta (Howe) Sacc., 1891 (M; Te)

A. pantherina (DC.) Krombh., 1846 (M; Te)

A. solitaria (Bull.) Fr., 1836 (M; Te)

A. tuza Guzmán, 1975 (M; Te)

A. vaginata (Bull.) Lam, 1783 (M; Te)

A. virosa (Fr.) Bertill., 1866 (M; Te)

Amanita sp. 5 (M; Te)

Bolbitiaceae

Conocybe

C. tenera (Schaeff.) Fayod, 1889 (S; Hu)

Clavariaceae

Clavaria

C. tenuipes Berk. & Broome, 1848 (S; Hu)

C. vermicularis J.F. Gmel., 1792 (S; Hu)

Clavulinopsis

C. corniculata (Godey) Corner, 1950 (S; Hu)

Cortinariaceae

Cortinarius

C. alboviolaceus (Pers.) Fr., 1838 (M; Te)

C. calochrous (Pers.) Gray, 1821 (M; Te)

C. semisanguineus (Fr.) Gillet, 1874 (M; Te)

C. violaceus (L.) Gray, 1821 (M; Te)

Cortinarius sp. 2 (M; Te)

Phaeocollybia

P. kauffmanii (A.H. Sm.) Singer, 1940 (S; Te)

Sp. 7 (M; Te)

Entolomataceae

Entoloma

E. chalybaeum var. lazulinum (Fr.) Noordel., 1984 (S; Hu)

E. clypeatum (L.) P. Kumm., 1871 (M; Te)

E. lividoalbum (Kühner & Romagn.) Kubička, 1975 (M; Te)

Simbología: Grupo trófico: M= Micorrízico; S= Saprobio; P= Parásito. Hábitas: Ca= Carbonícola; Hi= Hipogeos; Hu= Humícola; In= Insecto; Li= Lignícola; Mi= Micoparásito; Te= Terrícola.

Hydnangiaceae
- *Laccaria*
  - *L. amethystina* Cooke, 1884 (M; Te)
  - *L. bicolor* (Maire) P.D. Orton, 1960 (M; Te)
  - *L. laccata* (Scop.) Fr., 1884 (M; Te)
  - *L. ohiensis* (Mont.) Singer, 1947 (M; Te)

Hygrophoraceae
- *Hygrocybe*
  - *H. cantharellus* (Schwein.) Murrill, 1911 (S; Te)
  - *H. conica* (Scop.) P. Kumm., 1871 (S; Te)
  - *H. psittacina* (Scop.) P. Kumm., 1871 (S; Te)
  - *H. acutoconica* (Clem.) Singer, 1951 (S; Te)
  - *H. virginea* (Wulfen) P.D. Orton & Watling, 1969 (S; Te)
- *Hygrophorus*
  - *H. russula* (Schaeff.) Kauffman, 1918 (M; Te)

Inocybaceae
- *Crepidotus*
  - *C. mollis* (Schaeff.) Staude, 1857 (S; Li)
- *Inocybe*
  - *I. calamistrata* (Fr.) Gillet, 1874 (M; Te)
  - *I. confusa* P. Karst., 1888 (M; Te)
  - *I. dulcamara* (Alb. & Schwein.) P. Kumm., 1871 (M; Te)
  - *I. geophylla var. geophylla* (Pers.) P. Kumm., 1871 (M; Te)
  - *I. geophylla var. lilacina* Gillet, 1876 (M; Te)
  - *I. grammata* Quél. & Le Bret., 1880 (M; Te)
  - *I. lacera* (Fr.) P. Kumm., 1871 (M; Te)
  - *I. rimosa* (Bull.) P. Kumm., 1871 (M; Te)
  - *Inocybe* sp. 1 (M; Te)
  - *Inocybe* sp. 2 (M; Te)

Lyophyllaceae
- *Lyophyllum*
  - *L. decastes* (Fr.) Singer, 1951 (M; Te)

Marasmiaceae
- *Clitocybula*
  - *C. lacerata* (Scop.) Singer, 1952 (S; Hu)
- *Connopus*
  - *C. acervatus* (Fr.) K.W. Hughes, Mather & R.H. Petersen, 2010 (S; Hu)

Simbología: Grupo trófico: M= Micorrízico; S= Saprobio; P= Parásito. Hábitas: Ca= Carbonícola; Hi= Hipogeos; Hu= Humícola; In= Insecto; Li= Lignícola; Mi= Micoparásito; Te= Terrícola.

Gymnopus

G. alkalivirens (Singer) Halling, 1997 (S; Hu)

G. confluens (Pers.) Antonín, Halling & Noordel., 1997 (S; Hu)

G. dryophilus (Bull.) Murrill, 1916 (S; Hu)

Marasmius

M. cohaerens (Alb. & Schwein.) Cooke & Quél., 1878 (S; Hu)

M cohaerens var. lachnophyllus (Berk.) Gilliam, 1976 (S; Hu)

M. rotula (Scop.) Fr., 1838 (S; Li)

M. spegazzinii Sacc. & P. Syd., 1899 (S; Hu)

Mycenaceae

Omphalotus

Omphalotus mexicanus Guzmán & V. Mora, 1984 (S; Li)

Mycena

M. epipterygia (Scop.) Gray, 1821 (S; Hu)

M. pura (Pers.) P. Kumm., 1871 (S; Hu)

Rhodocollybia

R. butyracea (Bull.) Lennox, 1979 (S; Hu)

R. maculata (Alb. & Schwein.) Singer, 1939 (S; Hu)

Xeromphalina

X. campanella (Batsch) Maire, 1934 (S; Li)

Physalacriaceae

Armillaria

A. luteovirens (Alb. & Schwein.) Sacc., 1887 (S; Hu)

A. mellea (Vahl) P. Kumm., 1871 (S; Li)

Pleurotaceae

Pleurotus

P. ostreatus (Jacq.) P. Kumm., 1871 (S; Li)

Pluteaceae

Pluteus

P. albostipitatus (Dennis) Singer 1959 (S; Li)

P chrysophlebius (Berk. & Ravenel) Sacc., 1887 (S; Li)

P. ephebeus (Fr.) Gillet, 1876 (S; Li)

Psathyrellaceae

Coprinellus

C. angulatus (Peck) Redhead, Vilgalys & Moncalvo, 2001 (S; Li)

Psathyrella

P. candolleana (Fr.) Maire, 1913 (S; Hu)

Strophariaceae

Simbología: Grupo trófico: M= Micorrízico; S= Saprobio; P= Parásito. Hábitas: Ca= Carbonícola; Hi= Hipogeos; Hu= Humícola; In= Insecto; Li= Lignícola; Mi= Micoparásito; Te= Terrícola.

Agrocybe
A. aegerita (V. Brig.) Singer, 1951
Gymnopilus
G. hemipenetrans Guzm.-Dáv., 1994 (S; Li)
G. sapineus (Fr.) Murrill, 1912 (S; Li)
Gymnopilus sp. (S; Li)
Hypholoma
H. fasciculare (Huds.) Quél., 1871 (S; Li)
Pholiota
P. spumosa (Fr.) Singer, 1948 (S; Li)
Tricholomataceae
Clitocybe
C. gibba (Pers.) P. Kumm., 1871 (S; Hu)
Collybia
C. polyphylla (Peck) Singer ex Halling, 1983 (S; Hu)
Lepista
L. nuda (Bull.) Cooke, 1871 (S; Te)
Leucopaxillus
L. gentianeus (Quél.) Kotl., 1966 (M; Te)
Tricholoma
T. terreum (Schaeff.) P. Kumm., 1871 (M; Te)
Tricholomopsis
T. rutilans (Schaeff.) Singer, 1939 (S; Li)
Boletales
Boletaceae
Austroboletus
A. gracilis (Peck) Wolfe, 1980 (M; Te)
Boletellus
B. betula (Schwein.) E.-J. Gilbert, 1931 (M; Te)
B. chrysenteroides (Snell) Snell, 1941 (M; Te)
Boletus
B. barrowsii Thiers & A.H. Sm., 1976 (M; Te)
B. chrysenteron Bull., 1791 (M; Te)
B. flaviporus Earle, 1905 (M; Te)
B. variipes Peck, 1988 (M; Te)
Boletus sp. (M; Te)
Buchwaldoboletus
B. hemichrysus (Berk. & M.A. Curtis) Pilát, 1969 (S; Li)

Simbología: Grupo trófico: M= Micorrízico; S= Saprobio; P= Parásito. Hábitas: Ca= Carbonícola; Hi= Hipogeos; Hu= Humícola; In= Insecto; Li= Lignícola; Mi= Micoparásito; Te= Terrícola.

Strobilomyces

S. strobilaceus (Scop.) Berk., 1860 (M; Te)

Tylopilus

T. felleus (Bull.) P. Karst., 1881 (M; Te)

T. plumbeoviolaceus (Snell & E.A. Dick) Snell & E.A. Dick, 1941 (M; Te)

Gomphidiaceae

Chroogomphus

C. ochraceus (Kauffman) O.K. Mill., 1964 (M; Te)

C. tomentosus (Murrill) O.K. Mill., 1964 (M; Te)

Gyroporaceae

Gyroporus

G. castaneus (Bull.) Quél., 1886 (M; Te)

Hygrophoropsidaceae

Hygrophoropsis

H. aurantiaca (Wulfen) Maire, 1921 (S; Hu)

Paxillaceae

Gyrodon

Gyrodon sp. (M; Te)

Sclerodermataceae

Astraeus

A. hygrometricus (Pers.) Morgan, 1889 (M; Te)

Scleroderma

S. areolatum Ehnreb., 1818 (M; Te)

S. cepa Pers., 1801 (M; Te)

S. polyrhizum (J.F. Gmel.) Pers., 1801 (M; Te)

Suillaceae

Suillus

S. brevipes (Peck) Kuntze, 1898 (M; Te)

S. cothurnatus var. *hiemalis* (Singer) A.H. Sm. & Thiers 1964 (M; Te)

S. granulatus (L.) Roussel, 1796 (M; Te)

S. tomentosus (Kauffman) Singer, 1960 (M; Te)

Suillus sp. (M; Te)

Tapinellaceae

Tapinella

T. atrotomentosa (Batsch) Šutara, 1992 (S; Li)

T. panuoides (Batsch) E.-J. Gilbert, 1931 (S; Li)

Simbología: Grupo trófico: M= Micorrízico; S= Saprobio; P= Parásito. Hábitas: Ca= Carbonícola; Hi= Hipogeos; Hu= Humícola; In= Insecto; Li= Lignícola; Mi= Micoparásito; Te= Terrícola.

Auriculariales
- *Incertae sedis*
  - *Guepinia*
    - *G. helvelloides* (DC.) Fr., 1828 (S; Li)
  - *Pseudohydnum*
    - *P. gelatinosum* (Scop.) P. Karst., 1868 (S; Li)

Cantharellales
- Cantharellaceae
  - *Cantharellus*
    - *C. cibarius* Fr., 1821 (M; Te)
  - *Craterellus*
    - *C. cornucopioides* (L.) Pers., 1825 (M; Te)
    - *C. tubaeformis* (Fr.) Quél., 1888 (M; Te)
- Clavulinaceae
  - *Clavulina*
    - *C. cinerea* (Bull.) J. Schröt., 1888 (M; Te)
    - *C. coralloides* (L.) J. Schröt., 1888 (M; Hu)
    - *C. rugosa* (Bull.) J. Schröt., 1888 (M; Hu)
- Hydnaceae
  - *Dentinum*
    - *D. repandum* (L.) Gray, 1821

Gloeophyllales
- Gloeophyllaceae
  - *Gloeophyllum*
    - *G. sepiarium* (Wulfen) P. Karst., 1879 (S; Li)

Hymenochaetales
- Hymenochaetaceae
  - *Coltricia*
    - *C. perennis* (L.) Murrill, 1903 (M; Te)
  - *Onnia*
    - *O. tomentosa* (Fr.) P. Karst., 1889 (S; Li)

Polyporales
- Fomitopsidaceae
  - *Fomitopsis*
    - *F. pinicola* (Sw.) P. Karst., 1881 (S; Li)
  - *Laetiporus*
    - *L. sulphureus* (Bull.) Murrill, 1920 (S; Li)
  - *Phaeolus*

Simbología: Grupo trófico: M= Micorrízico; S= Saprobio; P= Parásito. Hábitas: Ca= Carbonícola; Hi= Hipogeos; Hu= Humícola; In= Insecto; Li= Lignícola; Mi= Micoparásito; Te= Terrícola.

P. schweinitzii (Fr.) Pat., 1900 (S; Li)
Postia
P. caesia (Schrad.) P. Karst., 1881 (S; Li)
Ganodermataceae
Ganoderma
G. tsugae Murrill, 1902 (S; Li)
Polyporaceae
Hexagonia
H. apiaria (Pers.) Fr., 1838 (S; Li)
H. variegata Berk., 1852 (S; Li)
Neolentinus
N. lepideus (Fr.) Redhead & Ginns, 1985 (S; Li)
Polyporus
P. brumalis (Pers.) Fr., 1818 (S; Li)
P. tricholoma Mont., 1837 (S; Li)
Trametes
T. hirsuta (Wulfen) Pilát, 1939 (S; Li)
T. versicolor (L.) Lloyd, 1921 (S; Li)
Trichaptum
T. abietinum (Dicks.) Ryvarden, 1972 (S; Li)
Russulales
Auriscalpiaceae
Auriscalpium
A. vulgare Gray, 1821 (S; Li)
Artomyces
A. pyxidatus (Pers.) Jülich, 1982 (S; Li)
Russulaceae
Lactarius
L. chrysorrheus Fr., 1838 (M; Te)
L. deliciosus (L.) Gray, 1821 (M; Te)
L. indigo (Schwein.) Fr., 1838 (M; Te)
L. olympianus Hesler & A.H. Sm., 1979 (M; Te)
L. piperatus (L.) Pers., 1797 (M; Te)
L. pubescens (Fr.) Fr., 1838 (M; Te)
L. sanguifluus (Paulet) Fr., 1838 (M; Te)
L. scrobiculatus (Scop.) Fr., 1838 (M; Te)
Lactarius sp. 1 (M; Te)
Lactarius sp. 2 (M; Te)

Simbología: Grupo trófico: M= Micorrízico; S= Saprobio; P= Parásito. Hábitas: Ca= Carbonícola; Hi= Hipogeos; Hu= Humícola; In= Insecto; Li= Lignícola; Mi= Micoparásito; Te= Terrícola.

Russula

R. amoenolens Romagn., 1952 (M; Te)

R. brevipes Peck, 1890 (M; Te)

R. cyanoxantha (Schaeff.) Fr., 1863 (M; Te)

R. delica Fr., 1838 (M; Te)

R. emetica (Schaeff.) Pers., 1796 (M; Te)

R. foetentula Peck, 1907 (M; Te)

R. lutea (Huds.) Fr., 1877 (M; Te)

R. nigricans (Bull.) Fr., 1838 (M; Te)

R. mexicana Burl., 1911 (M; Te)

R. rosea Pers., 1796 (M; Te)

Russula sp. 1 (M; Te)

Russula sp. 2 (M; Te)

Stereaceae

Stereum

S. ostrea (Blume & T. Nees) Fr., 1838 (S; Li)

Sebacinales

Sebacinaceae

Tremellodendron

T. schweinitzii (Peck) G.F. Atk., 1902 (M; Li)

Sebacina

S. incrustans (Pers.) Tul. & C. Tul., 1871 (M; Li)

Thelephorales

Bankeraceae

Phellodon

P. niger (Fr.) P. Karst., 1881 (M; Te)

Geastrales

Geastraceae

Geastrum

G. rufescens Pers., 1801 (S; Te)

G. saccatum Fr., 1829 (S; Te)

G. triplex Jungh., 1840 (S; Te)

Gomphales

Gomphaceae

Ramaria

R. flava (Schaeff.) Quél., 1888 (M; Te)

R. stricta (Pers.) Quél., 1888 (S; Li)

Ramaria sp. (M; Te)

Simbología: Grupo trófico: M= Micorrízico; S= Saprobio; P= Parásito. Hábitas: Ca= Carbonícola; Hi= Hipogeos; Hu= Humícola; In= Insecto; Li= Lignícola; Mi= Micoparásito; Te= Terrícola.

Phallales
Phallaceae
Clathrus
C. ruber P. Micheli ex Pers., 1801 (S; Te)
Dacrymycetes
Dacrymycetales
Dacrymycetaceae
Calocera
C. cornea (Batsch) Fr., 1827 (S; Li)
Dacrymyces
D. palmatus (Schwein.) Burt, 1921 (S; Li)
Tremellomycetes
Tremellales
Tremellaceae
Tremella
T. mesenterica Retz., 1769 (S; Li)

Simbología: Grupo trófico: M= Micorrízico; S= Saprobio; P= Parásito. Hábitas: Ca= Carbonícola; Hi= Hipogeos; Hu= Humícola; In= Insecto; Li= Lignícola; Mi= Micoparásito; Te= Terrícola.

Anexo 4.2. Numero de esporomas por especie y parcela (1 de 12).

Especie	1c	2c	3c	4c	5c	6c	7c	8c	9c	11c	12c	3t	4t	5t	6t	7t	8t	9t	10t	11t	12t	13t	14t	15t
Agaricus bitorquis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
A. placomyces	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	3	0	0
A. sylvicola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
A. xanthodermus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Agrocybe aeregita	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Amanita arkansana	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	21	0	3	3	10	0	3	7	0
A. chlorinosma	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
A. fulva	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
A. gemmata	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	6	0	2	0	3	0	0	3	0	0	0	0	2
A. muscaria	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0
A. onusta	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	3
A. pantherina	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	6	1	0	0	0	1	0
A. solitaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Amanita sp. 5	1	2	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
A. tuza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A. vaginata	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1
A. virosa	4	3	7	3	3	0	15	12	2	0	0	2	2	4	40	54	26	3	8	13	15	9	2	3
Armillaria luteovirens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	49	0	11	0	0	0	0
A. mellea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	20	0	0	0	0	7	0	0	0

Anexo 4.2. Numero de esporomas por especie y parcela (2 de 12).

Especie	1c	2c	3c	4c	5c	6c	7c	8c	9c	11c	12c	3t	4t	5t	6t	7t	8t	9t	10t	11t	12t	13t	14t	15t
Artomyces pyxidatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	1	0	0	0	0
Astraeus hygrometricus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Auriscalpium vulgare	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	6	0	0
Austroboletus gracilis	0	1	0	0	0	0	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Boletellus betula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B. chrysenteroides	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Boletus barrowsii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B. chrysenteron	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	1	2	2	0	0	17
B. flaviporus	0	0	20	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Boletus sp. 1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B. variipes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Buchwaldoboletus hemychrysus	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calocera cornea	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cantharellus cibarius	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chroogomphus ochraceus	1	0	0	1	0	2	0	1	0	3	1	0	1	1	1	0	0	0	2	1	1	2	12	0
Chroogomphus tomentosus	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0

Anexo 4.2. Numero de esporomas por especie y parcela (3 de 12).

Especie	1c	2c	3c	4c	5c	6c	7c	8c	9c	11c	12c	3t	4t	5t	6t	7t	8t	9t	10t	11t	12t	13t	14t	15t
Clathrus ruber	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clavaria tenuitipes	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. vermicularis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clavulina cinerea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
C. coralloides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	4
C. rugosa	0	0	0	0	0	1	0	0	3	7	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clavulinopsis corniculata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	9	1	13	0	0	5	0	4	8
Clitocybe gibba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0
Clitocybula lacerata	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Collybia polyphylla	7	16	13	24	1	0	7	33	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	23	1	0
Coltricia perennis	6	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	1	2	0	10	0	0	1	0	2	1	0	0	0
Conocybe tenera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Coprinellus angulatus	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coprinus silvaticus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cordyceps militaris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Cortinarius alboviolaceus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
C. calochrous	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 4.2. Numero de esporomas por especie y parcela (4 de 12).

Especie	1c	2c	3c	4c	5c	6c	7c	8c	9c	11c	12c	3t	4t	5t	6t	7t	8t	9t	10t	11t	12t	13t	14t	15t
C. semisanguineus	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	10	1	6	0	2	2	0	0	2	0	0
Cortinarius sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. violaceus	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Craterellus cornucopioides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. tubaeformis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crepidotus mollis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Dacrymyces palmatus	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dentinum repandum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Entoloma clypeatum	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	5	0	0	0	9	3	25	0	4	0	4	15	0
E. chalybaeum var. lazulinum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7	7	4	0	0	0	4	0	0
E. lividoalbum	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	1	2	3	0	0	1	0	0	9	0
Fomitopsis pinicola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Ganoderma tsuge	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Geastrum rufescens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	8	0	0	0	0	0	0
G. saccatum	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G. triplex	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	4	0	0	1	0	0	0	0

Anexo 4.2. Numero de esporomas por especie y parcela (5 de 12).

Especie	1c	2c	3c	4c	5c	6c	7c	8c	9c	11c	12c	3t	4t	5t	6t	7t	8t	9t	10t	11t	12t	13t	14t	15t
Gloeophyllum sepiarium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Guepina helvelloides	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gymnopilus hemipenetrans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	15	2	0	0	0
G. sapineus	0	0	0	7	21	0	0	2	2	20	0	3	0	0	5	3	2	0	0	25	0	23	1	17
Gymnopilus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	10	2	0	0	1	0	0	0	11	0	0
Gymnopus acervatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G. alkalivirens	0	0	4	0	0	1	2	0	2	0	4	0	0	0	0	7	0	5	7	3	0	4	0	4
G. confluens	0	9	3	30	17	5	21	24	70	0	3	166	34	34	160	171	95	471	0	177	11	530	144	114
G. dryophilus	15	10	15	0	0	0	9	28	109	13	1	35	76	33	127	21	26	12	15	6	0	0	5	65
Gyrodon sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gyroporus castaneus	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	7	1	0	0	28	6	1	1	0	0	0	1	2
Helvella acetabulum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H. atra	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
H. crispa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	0	1	0	0	0	4	0
H. elastica	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H. lacunosa	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H. villosa	0	1	0	0	0	4	6	0	1	12	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Hexagonia apiaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 4.2. Numero de esporomas por especie y parcela (6 de 12).

Especie	1c	2c	3c	4c	5c	6c	7c	8c	9c	11c	12c	3t	4t	5t	6t	7t	8t	9t	10t	11t	12t	13t	14t	15t
H. variegata	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Humaria hemisphaerica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hygrocybe acutoconica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	4	12
H. cantharellus	0	0	3	1	0	0	7	3	0	3	0	0	0	9	1	1	0	0	20	0	2	11	4	0
H. conica	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	16	0	1	1	7	4	7	13	9
H. psittacina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	2	0	1	0
H. virginea	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	29	0	6	0	23	1	8	26	0
Hygrophoropsis auriantiaca	43	18	19	8	4	18	0	0	0	2	8	0	0	4	0	0	0	5	0	0	3	0	0	3
Hygrophorus russula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Hypholoma fasciculare	0	0	0	55	0	0	0	0	0	0	0	7	0	7	0	4	3	0	0	62	0	4	0	0
Hypomyces lactifluorum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0
Inocybe calamistrata	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I. confusa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
I. dulcarama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
I. geophylla var. *geophylla*	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	17	0	4	1	12	2	0	4	1	0	6	0	2
I. geophylla var. *lilacina*	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8	0	0	14	2	7	0	6	3	1	5	6	5
I. grammata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	8	0	0	0

Anexo 4.2. Numero de esporomas por especie y parcela (7 de 12).

Especie	1c	2c	3c	4c	5c	6c	7c	8c	9c	11c	12c	3t	4t	5t	6t	7t	8t	9t	10t	11t	12t	13t	14t	15t
I. lacera	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	0	0	11	0	13	4	0	3
I. rimosa	5	0	0	0	0	0	0	0	7	2	0	19	9	4	0	20	5	0	3	2	5	4	0	7
Inocybe sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	8	0	0	0	1
Inocybe sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Laccaria amethystina	0	0	0	0	0	3	0	1	1	0	0	7	0	1	1	3	0	0	0	0	13	3	15	0
L. bicolor	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	7	4	0	0	0	0	0	5	4	0	8	0	0
L. laccata	15	0	48	0	0	40	0	23	0	53	0	8	4	2	0	111	1	26	712	52	3	22	11	0
L. ohiensis	0	0	0	0	0	13	0	4	0	0	0	16	0	0	0	106	0	11	3	0	0	9	2	0
Lactarius chrysorrheus	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	23	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
L. deliciosus	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	0	1	0	8	4	0	9	1
L. indigo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
L. olympianus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0
L. piperatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L. pubescens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0
L. sanguifluus	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L. scrobiculatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	1	2	13	0	1	0	6	5	10	0	4
Lactarius sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Lactarius sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
Laetiporus sulphureus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lepiota clypeolaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
L. echinacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6
Lepiota sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Lepiota sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Lepista nuda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	1	0	51	0	0	0	0	0	0

Anexo 4.2. Numero de esporomas por especie y parcela (8 de 12).

Especie	1c	2c	3c	4c	5c	6c	7c	8c	9c	11c	12c	3t	4t	5t	6t	7t	8t	9t	10t	11t	12t	13t	14t	15t
Leucoagaricus rubrotinctus	0	0	0	2	0	4	0	5	2	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	1	1
Leucocoprinus cepaestipes	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Leucopaxillus gentianeus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0
Lycoperdon perlatum	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
L. umbrinum	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
Lyophyllum decastes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Macrolepiota procera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marasmius cohaerens	0	0	0	0	0	0	140	64	0	0	0	168	0	0	0	153	241	26	14	15	35	11	168	51
M. cohaerens var. *lachnophyllus*	5	0	0	4	0	13	53	193	0	0	0	198	6	0	9	184	25	0	22	20	27	56	14	23
M. rotula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M. spegazzinii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	3	0	0	0	0	0
Morchella rufobrunnea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
Mycena epipterygia	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	4	0	0	0	0
M. pura	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	9	0	3	9	0	10	3	12	1	16	0	0
Neolentinus lepideus	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Omphalotus mexicanus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Onnia tomentosa	0	0	0	0	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 4.2. Numero de esporomas por especie y parcela (9 de 12).

Especie	1c	2c	3c	4c	5c	6c	7c	8c	9c	11c	12c	3t	4t	5t	6t	7t	8t	9t	10t	11t	12t	13t	14t	15t
Otidea alutacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O. onotica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
Peziza badioconfusa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peziza sp. 1	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P. violacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phaeocollybia kauffmanii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Phaeolus schweinitzii	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phellodon niger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	6	0	5	5	30	0
Pholiota spumosa	0	0	6	5	0	0	6	6	3	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	9	0	0	0	0
Pleurotus ostreatus	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pluteus albostipitatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0
P. chrysophlebius	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P. ephebeus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Polyporus brumalis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	0	0	2	0	0	0	0	6	1	0	0
P. tricholoma	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Postia caesia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Psathyrella candolleana	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	4	16	7	9	4	0	5	2	0	0	0	0
Pseudohydnum gelatinosum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 4.2. Numero de esporomas por especie y parcela (10 de 12).

Especie	1c	2c	3c	4c	5c	6c	7c	8c	9c	11c	12c	3t	4t	5t	6t	7t	8t	9t	10t	11t	12t	13t	14t	15t
Ramaria flava	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ramaria sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
R. stricta	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1	5	5	3	0	1	12	5	18	0	0	0	2	0	0
Rhodocollybia butyracea	2	12	8	6	2	53	15	82	1	61	50	15	37	26	53	48	16	87	19	45	80	55	29	11
R. maculata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Russula amoenolens	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R. brevipes	2	5	6	1	0	1	0	0	4	1	11	3	0	1	0	2	0	0	25	0	0	1	0	8
R. cyanoxantha	1	0	0	0	0	10	0	0	20	0	0	0	2	0	0	1	12	3	1	0	0	0	0	0
R. delica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
R. emetica	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0	0	3
R. foetendula	6	13	1	8	0	5	8	5	3	0	0	37	3	5	13	50	12	7	9	27	7	26	14	18
R. lutea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
R. mexicana	2	1	0	0	0	2	0	5	1	0	1	2	2	0	0	4	23	0	15	0	0	0	4	0
R. nigricans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0
R. rosea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Russula sp. 1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Russula sp. 2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Scleroderma aerolatum	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	6	9	7	0	0	10	10	0	14	5	16
S. cepa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S. polyrhizum	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sebacina incrustans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	3	1	0	1	0	0	0	0
Sp. 7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stereum ostrea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0

Anexo 4.2. Numero de esporomas por especie y parcela (11 de 12).

Especie	1c	2c	3c	4c	5c	6c	7c	8c	9c	11c	12c	3t	4t	5t	6t	7t	8t	9t	10t	11t	12t	13t	14t	15t
Strobilomyces strobilaceus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	3	0
Suillus brevipes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	8	0	0
S. cothurnatus	31	0	0	6	0	7	0	0	0	19	6	0	0	0	0	73	0	5	46	5	2	1	3	29
S. granulatus	0	0	2	0	0	2	3	14	0	6	6	5	12	7	6	0	0	4	7	33	8	16	14	9
Suillus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
S. tomentosus	7	0	0	0	4	0	0	2	0	4	0	0	2	0	0	0	0	5	1	1	3	0	4	0
Tapinella atrotomentosa	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T. panuoides	0	0	0	10	0	0	0	0	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tarzetta catinus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Trametes hirsuta	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T. versicolor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0
Tremella mesenterica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Tremellodendron schweinitzii	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	2	0	0	0	9	1	0	0	0
Trichaptum abietinum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
Trichoderma viride	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoglossum hirsutum	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0	11	0
Tricholoma terreum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3

Anexo 4.2. Numero de esporomas por especie y parcela (12 de 12).

Especie	1c	2c	3c	4c	5c	6c	7c	8c	9c	11c	12c	3t	4t	5t	6t	7t	8t	9t	10t	11t	12t	13t	14t	15t
Tricholomopsis rutilans	0	0	0	0	1	0	0	6	0	0	0	1	0	0	3	1	0	2	0	0	1	0	0	0
Tylopilus felleus	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T. plumbeoviolaceus	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Xeromphalina campanella	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Xylaria coccophora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
X. fockei	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	2	0	0	0	0	0	0	0
X. hypoxylon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2
X. longipes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
X. polymorpha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

Anexo 4.3. Biomasa de esporomas por especie y parcela (1 de 11).

Especie	1c	2c	3c	4c	5c	6c	7c	8c	9c	11c	12c	3t	4t	5t	6t	7t	8t	9t	10t	11t	12t	13t	14t	15t
Agaricus bitorquis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,3	0	0
A. placomyces	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,7	0	0	0	0	17,9	0	0
A. sylvicola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60,4	0	0	0	0	0	0	0	0
A. xanthodermus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,6	0	0	0	0	0	0
Agrocybe aeregita	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,5	13,6	0	0	0	0	0	0	0	0
Amanita arkansana	0	112	67,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	190	0	2041,4	0	279,4	275,9	1759	0	259,6	1038,5	0
A. chlorinosma	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	133,6	0	73,5	0	0	27,8	0	0	0	56,5	0	0	0
A. fulva	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,2	0
A. gemmata	0	0	0	27,7	0	0	0	0	0	0	0	104,7	0	27,6	0	42,4	0	0	36,8	0	0	0	0	26,4
A. muscaria	62,2	0	40	25,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	173,8	185,6	0	0	0	0	49,4	0	0	0	0
A. onusta	11,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,8	0	0	20	0	0	0	37,2	9,4	0	16,6	11,2	77,3
A. pantherina	63,5	9,8	0	16,5	0	0	0	0	0	0	0	108,5	0	0	0	0	0	86,5	25,4	0	0	0	17,8	0
A. solitaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89,1
Amanita sp. 5	13,1	46,4	0	0	0	0	0	0	0	328	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,6	0	0
A. tuza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A. vaginata	26,7	0	48,3	0	0	0	0	0	0	0	85	0	0	0	0	94,3	0	0	0	0	0	0	0	19,2
A. virosa	194	34,8	142	45,1	119	0	569	393	39,1	0	0	71,1	28,6	29	1018	1205,2	428,7	45,2	127,9	304,3	435	108,1	25,1	62,8
Armillaria luteovirens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,2	0	6,9	394,8	0	50	0	0	0	0
A. mellea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86,7	0	0	17,9	195,8	0	0	0	0	61,8	0	0	0
Artomyces pyxidatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18,3	0	23	0	5,6	0	0	0	0

Anexo 4.3. Biomasa de esporomas por especie y parcela (2 de 11).

Especie	1c	2c	3c	4c	5c	6c	7c	8c	9c	11c	12c	3t	4t	5t	6t	7t	8t	9t	10t	11t	12t	13t	14t	15t
Astraeus hygrometricus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,2	0	4,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Auriscalpium vulgare	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	2,2	5,3	0	0
Austroboletus gracilis	0	68,3	0	0	0	0	80,5	84,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0
Boletellus betula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B. chrysenteroides	0	0	0	9,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38,4	0	0	0	0	0	0	0
Boletus barrowsii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B. chrysenteron	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	12,9	0	0	0	0	16,1	6,2	34,1	29,2	0	0	239,8
B. flaviporus	0	0	2712	0	0	0	0	0	0	1025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Boletus sp. 1	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B. variipes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	640,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Buchwaldoboletus hemychrysus	0	0	0	193	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calocera cornea	0	0	0	0	2,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cantharellus cibarius	0	0	0	22,5	0	0	0	0	0	12,8	0	43,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chroogomphus ochraceus	4,6	0	0	4,1	0	7,8	0	6,2	0	19,5	1,8	0	4,8	5,8	8,7	0	0	0	10,8	5,4	7	4,2	63,1	0
C. tomentosus	0	0	0	0	4,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	5,1	0	0	0
Clathrus ruber	0	0	0	0	0	0	0	5,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 4.3. Biomasa de esporomas por especie y parcela (3 de 11).

Especie	1c	2c	3c	4c	5c	6c	7c	8c	9c	11c	12c	3t	4t	5t	6t	7t	8t	9t	10t	11t	12t	13t	14t	15t
Clavaria tenuitipes	0	0	0	0	0	0	0	0	32,9	0	2,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. vermicularis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clavulina cinerea	4,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,3	0	0	0	0	0	0	0	0
C. coralloides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,4	0	4,6	0	0	0	1,2	0	0	0	0	0,5	0	0	6,3
C. rugosa	0	0	0	0	0	2,2	0	0	5	18,7	0	0	21,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clavulinopsis corniculata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,3	3,1	0	0	20,4	1,2	31,3	0	0	4,7	0	12	3
Clitocybe gibba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,5	4,1	0	0	0	0	0	0	0
Clitocybula lacerata	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Collybia polyphylla	15,5	18,7	13,6	26,8	1,4	0	10,1	97,9	0	0	0	7	0	0	3,9	0	0	0	0	0	0	47,3	3,1	0
Coltricia perennis	10,9	0	0	0	0	12,2	0	0	0	0	0	8,1	0,8	0	11,1	0	0	1	0	2,6	3,5	0	0	0
Conocybe tenera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0
Coprinellus angulatus	0	0	0	0	0	0	0	3,4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coprinus silvaticus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cordyceps militaris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,3
Cortinarius alboviolaceus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	214,3	0	0	0	0	10,5	0	0	0	0	0	0	0
C. calochrous	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	803	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. semisanguineus	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	7,6	92,4	5,5	24	0	4,1	4,4	0	0	15,4	0	0

Anexo 4.3. Biomasa de esporomas por especie y parcela (4 de 11).

Especie	1c	2c	3c	4c	5c	6c	7c	8c	9c	11c	12c	3t	4t	5t	6t	7t	8t	9t	10t	11t	12t	13t	14t	15t
Cortinarius sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,6	0	7,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. violaceus	0	0	0	0	0	0	38,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Craterellus cornucopioides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. tubaeformis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crepidotus mollis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0
Dacrymyces palmatus	0	0	0	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dentinum repandum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25,4	0	0
Entoloma clypeatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,3	0	0	0	22	23,6	3,2	0	0	0	12,8	0	0
E. chalybaeum var. lazulinum	0	0	0	0	0	3,7	0	7,4	0	0	0	38,5	0	0	0	20,3	8,9	61,6	0	4,3	0	11,9	22,7	0
E. lividoalbum	0	12,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	281,5	0	0	14,1	5,3	23,7	0	0	1,3	0	0	15,8	0
Fomitopsis pinicola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45,2	0	0	0	0	0	0
Ganoderma tsuge	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	144,3	0	0	0	0	183,8	0	0	0	0	0	0	0
Geastrum rufescens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	55,9	0	0	0	0	0	0
G. saccatum	0	0	0	0	0	0	3,2	0	0	0	0	0	0	0	3,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G. triplex	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,6	0	0	0	6,5	27,4	0	0	6,1	0	0	0	0
Gloeophyllum sepiarium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,1	0	0	0
Guepina helvelloides	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gymnopilus hemipenetrans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,3	3,5	0	14,8	6,4	0	0	0

Anexo 4.3. Biomasa de esporomas por especie y parcela (5 de 11).

Especie	1c	2c	3c	4c	5c	6c	7c	8c	9c	11c	12c	3t	4t	5t	6t	7t	8t	9t	10t	11t	12t	13t	14t	15t
G. sapineus	0	0	0	17,8	53	0	0	4,1	1,9	63,6	0	4,7	0	0	10	8,3	3,9	0	0	33,5	0	44,7	7,6	12,4
Gymnopilus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,5	11,9	11,1	0	0	1,3	0	0	0	39,3	0	0
Gymnopus acervatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G. alkalivirens	0	0	6,4	0	0	2,1	3,5	0	2,2	0	8,4	0	0	0	0	9,3	0	6,2	11,9	7,8	0	6,2	0	5,1
G. confluens	0	9,5	4,8	52,6	41,4	4,8	28,3	25,5	211,2	0	2,7	394,4	23	53,4	209,4	220,7	210,1	721,7	0	227,9	8,6	937,4	244,2	127,4
G. dryophilus	76,3	37,6	19,3	0	0	0	17,2	66,7	244,5	9,3	3,8	186,5	348,1	92,9	443,3	46,9	103,9	25,9	24,4	11,5	0	0	10,5	233,1
Gyrodon sp.	0	0	0	0	0	0	0	5,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gyroporus castaneus	7,1	3,2	0	0	0	0	0	9,1	0	0	0	32,2	3,7	0	0	250,8	24,3	15,6	1,4	0	0	0	8,3	18,1
Helvella acetabulum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H. atra	0	0	0	0	0	0	0	0	1,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,1	0	0	0	2,7
H. crispa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,6	0	0	14,9	4,6	0	9,2	0	0	0	11,4	0
H. elastica	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H. lacunosa	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H. villosa	0	0,4	0	0	0	5,1	2,5	0	1,3	7,1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Hexagonia apiaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	10,5	10	0	0	0	0	0	0	0
H. variegata	0	0	0	0	0	0	0	6,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Humaria hemisphaerica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hygrocybe acutoconica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	8,4	5,8	31,2
H. cantharellus	0	0	1,2	0,4	0	0	3	0,4	0	1,4	0	0	0	2,6	1	0,3	0	0	5,9	0	1,1	3,4	0,7	0
H. conica	0	0	2,6	0	0	0	0	0	0	0	0	6,8	0	5,3	0,6	25,1	0	2,2	9,5	12,2	6,7	9,6	33,3	18,2
H. psittacina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	3,1	0	0	0	0	2,5	0	0,8	0

Anexo 4.3. Biomasa de esporomas por especie y parcela (6 de 11).

Especie	1c	2c	3c	4c	5c	6c	7c	8c	9c	11c	12c	3t	4t	5t	6t	7t	8t	9t	10t	11t	12t	13t	14t	15t
H. virginea	0	0	0	0	0	7,2	0	0	0	0	0	31,9	0	0	0	21,8	0	2,1	0	11	0,7	5,3	13,2	0
Hygrophoropsis aurantiaca	103	38,3	21,9	10,7	7,9	32,9	0	0	0	3,1	14,7	0	0	7,7	0	0	0	13,5	0	0	20,8	0	0	13,9
Hygrophorus russula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27,3	0	0	0	0	0	0
Hypholoma fasciculare	0	0	0	37,8	0	0	0	0	0	0	0	14,9	0	8,4	0	2,9	1,7	0	0	68,8	0	5	0	0
Hypomyces lactifluorum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	191,1	0
Inocybe calamistrata	5,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I. confusa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,9	0	0	0	0	0	0	0
I. dulcarama	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,7	0	0	0	0	0	0	0
I. geophylla var. *geophylla*	6,7	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	8,5	0	2,6	0,9	11,2	15	0	3,4	0,4	0	5,6	0	4,8
I. geophylla var. *lilacina*	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0	8,1	0	0	10,9	6,7	45,3	0	4,3	2,1	0,8	6,4	2,2	11,5
I. grammata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,7	3	0	0	0	4,3	0	0	0
I. lacera	2,4	0	0	0	0	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	1,4	0	0	15	0	8,9	6,3	0	3,9
I. rimosa	8,1	0	0	0	0	0	0	0	22,5	1,7	0	22,7	8,1	3,9	0	18,7	6,9	0	7	11,6	16,6	8,1	0	25,5
Inocybe sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	3,5	0	0	0	0	0	0	6,8	0	0	0	3,8	0	0	0	0,7
Inocybe sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	3,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Laccaria amethystina	0	0	0	0	0	5,3	0	1	1,3	0	0	13,1	0	1,2	2,7	5,9	0	0	0	0	29,5	7	40	0
L. bicolor	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	11,5	8,7	0	0	0	0	0	6,5	4,3	0	13,9	0	0
L. laccata	33	0	73,3	0	0	72,5	0	50,9	0	77,2	0	11,6	5,8	2,1	0	300,7	0,5	39	1606,1	95,5	14,8	31,4	34,7	0
L. ohiensis	0	0	0	0	0	27,5	0	0,3	0	0	0	17,6	0	0	0	207,6	0	8,9	11,7	0	0	10,2	2,9	0
Lactarius chrysorrheus	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	352,3	0	0	6,3	16,7	0	0	0	0	0	0	0	0
L. deliciosus	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20,7	54	0	15,4	0	64,5	32,4	0	66,7	12,1
L. indigo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41,4	0	0	0	0	0

Anexo 4.3. Biomasa de esporomas por especie y parcela (7 de 11).

Especie	1c	2c	3c	4c	5c	6c	7c	8c	9c	11c	12c	3t	4t	5t	6t	7t	8t	9t	10t	11t	12t	13t	14t	15t
L. olympianus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53,9	0	0	0	0	0	0	0	0
L. piperatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L. pubescens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,6	3,2	0	0	0	0
L. sanguifluus	0	0	0	0	0	0	0	19,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L. scrobiculatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	304,3	0	34,8	236,3	1261,4	0	48,9	0	245,1	349,7	773,1	0	212,5
Lactarius sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,7	0	0	0
Lactarius sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,4	0
Lactiporus sulphureus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lepiota clypeolaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,4	0	0	0	0	0	0	2
L. echinacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,7	0	0	0	0	0	3,3
Lepiota sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
Lepiota sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0
Lepista nuda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	304,5	0	0	0	15,9	0	1002	0	0	0	0	0	0
Leucoagaricus rubrotinctus	0	0	0	9,3	0	29,6	0	38,9	17,2	0	0	0	0	0	0	5,5	10,4	0	0	6,9	0	0	2,1	3,4
Leucocoprinus cepaestipes	0	0	0	0	0	0	0	2,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0
Leucopaxillus gentianeus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26,2	0	0	0	48,1	0	0	33,1	0	0	0	0	0
Lycoperdon perlatum	0	0	0	0	0	0	0	3,4	3,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,1	0	0	0	0	0
L. umbrinum	0	0	0	0	0	0	0	5,7	1,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	6,6	0
Lyophyllum decastes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	761,6	0	0	0	0	83,6	0	0	0	0	0	0	0
Macrolepiota procera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 4.3. Biomasa de esporomas por especie y parcela (8 de 11).

Especie	1c	2c	3c	4c	5c	6c	7c	8c	9c	11c	12c	3t	4t	5t	6t	7t	8t	9t	10t	11t	12t	13t	14t	15t
Marasmius cohaerens	0	0	0	0	0	0	129	53,6	0	0	0	179,5	0	0	0	234,8	312,3	28,9	15,5	20,3	41,6	20,1	207,3	59,6
M. cohaerens var. *lachnophyllus*	9	0	0	3,8	0	38,3	60,3	126	0	0	0	187,4	3,2	0	4,9	191,8	40,6	0	17,3	10	22,9	53,6	13,5	31,1
M. rotula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M. spegazzinii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,8	0	0	0	1,7	0	0	0	0	0
Morchella rufobrunnea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,5	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0
Mycena epipterygia	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,1	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0
M. pura	0	6	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	2,8	6,6	0	2,9	8,4	0	16,8	2,5	2,2	1	13,5	0	0
Neolentinus lepideus	0	0	191	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Omphalatus mexicanus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33,6	0	0	0
Ovnia tomentosa	0	0	0	0	144	0	0	0	343,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otidea alutacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	209,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O. onotica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,8	0	0	0	0	0
Peziza badioconfusa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peziza sp. 1	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P. violacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phasocollybia kauffmanii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	4,7	0	0	0	7,7	0	8,8	0	0	0	0
Phaseolus schweinitzii	0	0	0	539	0	0	0	0	0	0	0	153	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phellodon niger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,9	0	0	0	0	0	88,7	0	22,7	56,7	371,7	0

Anexo 4.3. Biomasa de esporomas por especie y parcela (9 de 11).

Especie	1c	2c	3c	4c	5c	6c	7c	8c	9c	11c	12c	3t	4t	5t	6t	7t	8t	9t	10t	11t	12t	13t	14t	15t
Pholiota spumosa	0	0	29,3	30,2	0	0	17,1	13	11	0	11	0	0	0	0	0	6	0	0	36,5	0	0	0	0
Pleurotus ostreatus	0	0	0	0	0	41,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pluteus albostipitatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,8	0	14,5	0	0	0	0	0	0	5,5	0
P. chrysophlebius	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P. ephebeus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	0	0	0	0	0	0
Polyporus brumalis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,2	1	0	0	20,4	0	0	0	0	15,3	1	0	0
P. tricholoma	1,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Postia caesia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,6	0	0	0	0	0
Psathyrella candolleana	0	0	0	0	0	0	1,3	0	0	0	0	1	5,6	17,7	9,9	7,6	9,8	0	4,6	2,2	0	0	0	0
Pseudohydnum gelatinosum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	2,1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ramaria flava	0	0	0	0	0	0	0	0	55,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ramaria sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0	0	2,5	0	3,1	0	0	0	0	0	0
R. stricta	0	0	0	0	0	0	0	0	171,4	4,3	35,9	40,2	42,8	0	2,6	74,4	38	164,6	0	0	0	6,9	0	0
Rhodocollybia butyracea	11,6	41,8	33,3	23,4	45,6	125	37,3	245	1,3	345	169	52,9	132	69,3	159,5	141,5	26,3	406,3	99,5	160,1	441,2	131,5	63	28,6
R. maculata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Russula amoenolens	0	11,8	8,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R. brevipes	123	129	227	35	0	24,5	0	0	112,3	33	316	113,7	0	29,1	0	273,5	0	0	1001,7	0	0	12,1	0	172,7
R. cyanoxantha	5,9	0	0	0	0	111	0	0	140,1	0	0	0	53,1	0	0	10	124,9	47,5	17,1	0	0	0	0	0
R. delica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	14,2	0	0	0	0
R. emetica	29,3	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	10,4	0	0	0	5,4	5,4	20	5,5	0	0	0	0	18,5

Anexo 4.3. Biomasa de esporomas por especie y parcela (10 de 11).

Especie	1c	2c	3c	4c	5c	6c	7c	8c	9c	11c	12c	3t	4t	5t	6t	7t	8t	9t	10t	11t	12t	13t	14t	15t
R. foetendula	34,6	114	15,8	73,9	0	20,5	24,8	18,5	7,5	0	0	371,7	20,8	16,5	86,8	442,5	172	54,6	64,3	183,6	36,6	144	99	116,1
R. lutea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,6	0	0	0	0	0
R. mexicana	9,5	11,2	0	0	0	14,4	0	23,8	23,6	0	4,3	32,2	42,6	0	0	69,4	252,7	0	91,3	0	0	0	15,7	0
R. nigricans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	161,6	0	0	0	0	0
R. rosea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,1	0	0	0	0	0	0	0	0
Russula sp. 1	0	0	0	0	0	17,3	0	0	0	19,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Russula sp. 2	10,1	0	0	0	0	3,6	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0
Scleroderma aerolatum	0,6	0,9	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	7,2	10,6	14,6	0	0	9,5	21,1	0	16,7	4,9	12,3
S. cepa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S. polyrhizum	0	0	0	0	454	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sebacina incrustans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,5	0	0	0	10,1	19	1	0	3,9	0	0	0	0
Sp. 7	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	149,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stereum ostrea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,4	0	0	0
Strobilomyces strobilaceus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76	0	0	0	34,7	0	0	34	0	0	0	106,5	0
Suillus brevipes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87,6	0	0	138,7	0	0
S. cothurnatus	354	0	0	46,9	0	66	0	0	0	186	33,3	0	0	0	0	1220,8	0	96,7	641,1	86,9	25,4	9,1	36	405,6
S. granulatus	0	0	19,3	0	0	36,4	107	196	0	98,8	114	141,6	184,3	107,6	169,4	0	0	110,7	68,8	452,2	128,4	323,7	162,5	181,5
Suillus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,3	0
S. tomentosus	48,7	0	0	0	26,5	0	0	10,2	0	22,4	0	0	27,6	0	0	0	0	80,9	12,1	4,2	23	0	38,6	0
Tapinella atrotomentosa	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 4.3. Biomasa de esporomas por especie y parcela (11 de 11).

Especie	1c	2c	3c	4c	5c	6c	7c	8c	9c	11c	12c	3t	4t	5t	6t	7t	8t	9t	10t	11t	12t	13t	14t	15t
T. panuoides	0	0	0	16,2	0	0	0	0	22,2	19,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tarzetta catinus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,1	0	0	0	0	0	0	0	0
Trametes hirsuta	0	6,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T. versicolor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20,9	0	0	0	0	0	0	0	0
Tremella mesenterica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,4
Tremellodendron schweinitzii	17,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,1	74,7	0	13,8	67,8	0	0	0	89,4	9,6	0	0	0
Trichaptum abietinum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,9	0	0
Trichoderma viride	0	0	0	0	2,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoglossum hirsutum	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	7,7	0,8	0	0	0	0	0,3	0	13,8	0
Tricholoma terreum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,3	0	0	0	0	0	0	0	3,6	12
Tricholomopsis rutilans	0	0	0	0	2,1	0	0	61,6	0	0	0	14,1	0	0	6,2	9	0	3,6	0	0	9,8	0	0	0
Tylopilus felleus	0	0	0	0	0	928	0	173	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T. plumbeoviolaceus	0	0	0	19,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,6	0	0	0	0	0	0	0
Xeromphalina campanella	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Xylaria coccophora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,1	0	0	0	0	0	0	0	0
X. fockei	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,2	12	1	0	0	0	0	0	0	0
X. hypoxylon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,7	1,1
X. longipes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,3	0	0
X. polymorpha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,6

5. COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE MACROMICETOS ANTES Y POST-INCENDIO

5. Composición de la comunidad de macromicetos antes y post-incendio

5.1 Introducción

En 2009, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) registró 6125 incendios en México, de acuerdo con esas cifras, el estado de Michoacán se ubicó en el tercer lugar en número de incendios forestales después del Estado de México y el Distrito Federal (CONAFOR, 2010). Por su parte, la Comisión Forestal del estado de Michoacán (COFOM) registró entre los meses de enero a junio de 2009 un total de 1083 incendios forestales, el municipio de Uruapan se ubicó en el primer puesto con mayor número de incendios y el tercero en superficie afectada con 110 y 771,50 ha, respectivamente (COFOM, 2010).

El fuego es parte importante de la evolución histórica de los ecosistemas, provocando cambios estructurales en la vegetación y suelo (Hart *et al*., 2005). Todos los organismos presentan diferentes respuestas ante el fuego, hay especies que no solo incrementan el número de individuos en áreas quemadas, sino que tienen una dependencia a los sitios quemados, a este grupo de organismos se les conoce como especies pirófilas o especialistas del fuego (Mysterud y Mysterud, 1997).

Los hongos que son comunes en áreas post-incendio, se les ha nombrado como hongos pirófilos (raíz griega *pyros* = fuego + *philos* = amante) término propuesto por Seaver en 1909, Petersen (1970) los llamó como hongos de sitios quemados y los definió como especies que se encuentran bajo condiciones extremas y son encontrados exclusivamente sobre suelo quemado, a lo largo de los años se les han asignado otros nombres como hongos antracófilos, carbonícolas, fenicoides y hongos posteriores al fuego (Carpenter y Trappe, 1985; Claridge *et al*., 2009). No obstante y a pesar de la discusión del término adecuado, para el presente trabajo serán llamados hongos pirófilos.

La presencia de hongos en áreas quemadas depende en gran medida de la intensidad del incendio. En sitios donde el fuego ocasionó una alta mortalidad de árboles, provoca una drástica o total desaparición de fructificación de hongos, sin embargo, cuando la intensidad del incendio

es baja y no hay muerte de árboles o la tasa es baja, el suelo no sufre altas modificaciones, y la fructificación de hongos se hace presente sin grandes cambios (Dahlberg, 2002).

Sobre la presencia de esporomas de macromicetos en áreas post-incendio, existen varias hipótesis al respecto, algunos autores mencionan que los hongos pirófilos se encuentran restringidos a sustratos carbonizados debido a la incapacidad que tienen para competir en sitios no quemados, además de tolerar el incremento del pH y otras modificaciones en el suelo (Petersen, 1970; Zak y Wicklow, 1980; Cairney y Bastias, 2007).

En algunos ascomicetos, las temperaturas de 55-75°C promueven la germinación de las esporas, mientras que otros son estimulados a fructificar cuando los competidores disminuyen (Zak y Wicklow, 1980); este fenómeno se observa en sitios post-incendio donde después de las primeras semanas son abundantes los Pezizales (Fujimura *et al*., 2005).

A nivel internacional, en los últimos años se ha incrementado la literatura sobre el conocimiento de los hongos pirófilos, principalmente sobre aspectos como sucesión ecológica, papel de los hongos pirófilos en la restauración del área quemada, ecofisiología y grupos tróficos de los hongos pirófilos, no obstante, en México, los estudios han tenido poca atención y el presente trabajo es el primero de su tipo en el estado de Michoacán; debido a la importancia y la falta de información sobre el tema, se abordó el estudio para conocer la riqueza de macromicetos post-incendio, comparar la riqueza antes y después del incendio y registrar los cambios sucesionales uno y dos años después del incendio forestal que ocurrió en el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio en 2009 y 2010.

5.2 Antecedentes

El mayor impacto del fuego sobre los organismos es atribuido a la subsecuente interacción de los organismos con las condiciones ambientales ocasionadas. Es claro que las comunidades fúngicas se ven modificadas por efecto del fuego (Mysterud y Mysterud, 1997), muchas especies son afectadas por la acción directa del fuego, otras, mueren al no contar con los carbohidratos proporcionados por los fitobiontes o no soportan la pérdida de humedad en el suelo y por los cambios edáficos como incremento del pH y la pérdida de nutrientes como nitrógeno y carbono, ocasionada por la quema de la materia orgánica y el calentamiento del suelo (González-Pérez *et al*., 2004).

Los efectos del fuego sobre las comunidades fúngicas es diferente a nivel de micorrizas que en la producción de esporomas, en el primero de los casos, la mortalidad de micorrizas se encuentra correlacionada con la intensidad del incendio y la supervivencia del arbolado (Dahlberg *et al*., 2001; Cairney y Bastias, 2007), en la primera capa orgánica del suelo, la abundancia de micorrizas es pobre en comparación a las capa profundas, por lo que se ven afectadas hasta en incendios de baja intensidad (Erland y Taylor, 2002). Por otro lado, el mismo suelo le confiere un aislamiento y protección contra el calor provocado por el incendio, reduciendo los efectos sobre la mortalidad de las micorrizas que se ubican en estratos más profundos (Cairney y Bastias, 2007).

En cuanto a la producción de esporomas, ésta se ve fuertemente afectada por la frecuencia de los incendios que impiden la formación de la capa orgánica, que para muchas especies es una condición para la formación de esporomas (por ejemplo en *Cortinarius*). Algunos autores han observado que en incendios con alta intensidad, se observa una baja supervivencia de esporomas de hongos ectomicorrícicos (Dahlberg, 2002; Claridge *et al*., 2009). Martín-Pinto *et al*., (2006), evaluaron el efecto del fuego en dos comunidades, una de *Pinus pinaster* y otra de *Cistus ladanifer*, y en ambas encontraron una disminución en la producción de esporomas, en especial de especies comestibles.

A pesar de los cambios en las comunidades fúngicas, hay especies de hongos que se ven beneficiadas por efecto del incendio. Varios autores han mencionado la existencia de especies

exclusivas o dependientes del fuego, Dahlberg (2002) cita que en los bosques boreales existen cerca de 40 especies de macromicetos dependientes del fuego, entre las que predominan 32 especies saprobias.

La aparición de estas especies ha sido explicada de muchas maneras, como especies oportunistas a las condiciones abióticas ocasionadas por el fuego como el calentamiento del suelo, la tolerancia a los productos químicos post-incendios y la tolerancia a pH elevados, resistencia a la poca humedad del sustrato de zonas quemadas (Petersen, 1970; Zak y Wicklow, 1980; Liberatore y Lorenzo, 2001; Cairney y Bastias, 2007), y bióticas como la micostasis, que es la inhibición del crecimiento fúngico, reducción de competidores, estimulación de germinación de esporas de latencia o formación de esporomas. Las esporas de muchos Ascomycetes germinan a temperaturas entre 55 y 75°C, mientras que para otras especies el calor estimula el desarrollo de sus ascomas (Zak y Wicklow, 1980; Carpenter y Trappe, 1985).

El éxito de las especies dependientes del fuego ocurre por la rápida aparición y abundante producción de esporas. Claridge *et al*. (2009) registran que *Anthracobia* produce masas de pequeños ascomas; en una muestra contabilizaron entre 400 a más de 1000 ascomas por colonia, en una zona quemada de 0,1 ha contaron 10 colonias, por lo que la producción asciende entre 40000 a 100000 ascomas/ha, considerando la cantidad de esporas, se habla de billones, las cuales formarán parte del banco de esporas en el suelo.

El papel que juegan los hongos pirófilos en los ecosistemas quemados ha sido poco documentado, sin embargo, se cree que su presencia es de gran ayuda para restablecer las condiciones y evitar que los daños sean mayores. Se ha observado que *Anthracobia* forma un extenso manto miceliar el cual ayuda en la agregación de las partículas del suelo evitando que éste se pierda por la falta de vegetación (Claridge *et al*., 2009). Muchos autores han comprobado que los hongos pirófilos son biotróficos con capacidad de formar micorrizas y pocos son patógenos, por tal motivo se piensa que el papel de éstos es crucial para facilitar los nutrientes y ayudar al establecimiento de la simbiosis y supervivencia de los árboles (Egger y Paden, 1986; Vrålstad *et al*., 1998; Claridge *et al*., 2009).

Entre los macromicetos que son comunes en sitios quemados destacan los Pezizales (Ascomycota), Warcup (1990) menciona la aparición de 14 especies recolectadas en un bosque de eucalipto, resalta la aparición de *Anthracobia melaloma, A. maurilabra, Aleuria venustula, Pulvinula aecheri y Lachnea vinosobrunnea*. Por su parte, Claridge *et al*. (2009) en Byadbo, New South Wales, encontró como géneros comunes en las áreas quemadas a cuatro de 17 géneros registrados, *Anthracobia*, *Peziza*, *Pholiota* y *Psathyrella*. Otros autores mencionan como especies comunes en lugares quemados a *Ascobolus carbonarius, Peziza violacea, Plicaria endocarpoides* y *Jugulospora rotula* (Liberatore y Lorenzo, 2001). Vrålstad *et al*. (1998) mencionan a *Geopixys carbonaria* como la especie más abundante durante el primer año post-incendio con una densidad entre 0,07 a 0,1 ascomas/ha.

No todas las especies que aparecen en áreas afectadas por un incendio son especies exclusivamente pirófilas o dependientes del fuego, Petersen (1970) propone una clasificación de los hongos que crecen en sitios post-incendio en relación a la dependencia (frecuencia de aparición) a sitios quemados, en cuatro categorías: grupo A, especies que solo crecen en sitios quemados; grupo B, especies con hábitat exclusivo sobre suelos quemados en condiciones naturales, pero pueden habitar en suelos no quemados cuando hay un disturbio; grupo C, son especies comunes sobre suelos quemados pero suelen aparecer en suelos no quemados bajo ciertas condiciones; y grupo D, son especies que ocasionalmente ocurren en sitios quemados, pero son más comunes en suelos no quemados. Esta clasificación es poco utilizada, entre otras razones por la falta de información sobre estudios autoecológicos sobre la preferencia de hábitat de las especies, lo cual dificulta la clasificación de las especies dentro de las categorías.

En los ecosistemas forestales que presentan constantes incendios, los organismos que habitan en esos ecosistemas presentan adaptaciones o han coevolucionado junto con otras especies, un ejemplo es la relación entre los hongos hipogeos con algunos animales. Johnson (1995) encontró una relación entre el incremento en la producción de esporomas de hongos hipogeos después de un incendio y el aumento de la micofagia por marsupiales, lo que facilita una rápida dispersión de las esporas y el establecimiento de los hongos hipogeos en estadios tempranos de áreas quemadas. De igual manera, Vernes *et al*. (2004) mencionan los cambios que existen en la biomasa de hongos hipogeos antes y después de un incendio, relacionando a *Bettongia tropica*,

un marsupial que coevolucionó con estos hongos. Observaron que la cantidad de esporomas es mayor en los sitios quemados y que *Bettongia tropica* se alimenta y funciona como dispersor de los esporomas. Sin embargo, Trappe *et al*. (2006), concluyen que no hay argumentos para la hipótesis de que el fuego prescrito, incrementa la producción de hongos hipogeos como alimento para pequeños mamíferos y encuentran una clara disminución en la producción de hongos hipogeos después del incendio y una recuperación 14 meses después.

Con relación al proceso de sucesión de la vegetación después de un incendio, mencionan Claridge *et al*. (2009) que es crucial la presencia de hongos pirófilos micorrícicos que ayuden al establecimiento de plantas fotosintetizadoras. La sucesión fúngica se ha descrito en dos escalas: microescala, cuando se habla de sucesión fúngica a nivel de sustrato o asociada a un parche en una comunidad vegetal, por ejemplo la sucesión fúngica que ocurre en una hoguera. Por otro lado la sucesión a macroescala, que es definida como la integración de diferentes clases de hongos asociados a las comunidades vegetales, por ejemplo, el disturbio ocasionado por un incendio forestal a gran escala, lo que causa cambios en la comunidad fúngica asociada a la comunidad vegetal (Suzuki, 2002).

Después de un incendio, la riqueza de especies y composición fúngica varía hasta llegar a la regeneración del bosque, McMullan-Fisher *et al.* (2002) concluyen que la diversidad fúngica cambia con el transcurso de los años después de un incendio en los bosques de *Eucalyptus regnans,* señalando que muestran un patrón de recolonización en el bosque perturbado, hasta llegar a una estabilidad o clímax.

Los efectos del fuego sobre las comunidades fúngicas varían en relación a varios factores, entre ellos la intensidad del fuego, la continuidad de los incendios y la severidad de los cambios edáficos, por lo tanto, el tiempo de recuperación de las comunidades fúngicas a las condiciones previas al incendio varía en relación a los factores mencionados.

Mcmullan-Fisher *et al*. (2002) evaluaron los cambios en las comunidades de macromietos en 14 parcelas en bosques de *Eucalyptus regnans*. Los patrones encontrados reconocen tres fases en la recolonización después del incendio: 1) inmediatamente después del incendio, la cual ocurre

de cero a un año posterior al incendio; 2) fase intermedia, la cual ocurre de dos a cuatro años después del incendio; 3) fase madura, la cual se reconoce después de siete años del incendio. Asimismo, encontraron que la riqueza de especies es mayor en los sitios después de siete años del incendio que durante los primeros años de la perturbación por el fuego.

Se observa que la última década, a nivel internacional, se ha incrementado la atención sobre los estudios de hongos en sitios post-incendio, en particular a las especies ectomicorrícicas (Clavería *et al*., 2003; de Román y de Miguel, 2005; Rincón y Pueyo, 2010; Kipfer *et al*., 2010; Buscardo *et al*., 2010). Por el lado contrario, en México, los estudios sobre hongos pirófilos han tenido poca atención. Entre los pocos trabajos realizados en este país, se encuentra el de Garza-Ocañas *et al*. (2009), quienes encontraron una disminución de la riqueza de especies del 100% después 13 años y del 87% después de 33 años de ocurrido el incendio en un bosque de pino enano (*Pinus culminiola*). Los autores concluyen que el bosque de pino enano al ser un ecosistema altamente especializado, cualquier disturbio llega a causar daños severos, los cuales pueden ser permanentes o tardar mucho tiempo en recuperarse.

5.3 Objetivos

5.3.1 Objetivo general

Evaluar la composición de especies de macromicetos antes y después de un incendio en un bosque de pino-encino.

5.3.2 Objetivos específicos

Realizar un inventario taxonómico de macromicetos en parcelas antes y después de un incendio.

Analizar los cambios en la composición de especies antes y después del incendio.

5.4 Materiales y métodos

En abril de 2009 se quemaron 40 ha ubicadas en la parte norte del PNBC, entre los 1950 y 2100 m de altitud, en mayo de 2010 se presentó otro incendio de 30 ha afectando la parte sureste del parque a 1700 m. Durante los dos incendios se afectaron tres parcelas establecidas en 2008 para el estudio del capítulo 2. Por tal motivo las parcelas presentan los mismos criterios del capítulo anterior.

Las parcelas presentan una superficie de 0,03 ha (3 x 100 m). El muestreo consistió en recorrerlas quincenalmente durante tres años consecutivos (2008-2010), entre los meses de julio a diciembre, que son los meses de mayor actividad en la producción de esporomas. Los datos obtenidos corresponden a tres parcelas, las cuales están divididas en relación al incendio ocurrido en 2009 y 2010 (ver Tabla 5.1)

Tabla 5.1. Distribución de las parcelas en relación al incendio.

Parcela	2008	2009	2010
1t	Sin quemar	Post-incendio	Segundo año post-incendio
2t	Sin quemar	Post-incendio	Segundo año post-incendio
10c	Sin quemar	Sin quemar	Post-incendio

Se recolectó todo el material fúngico encontrado en las parcelas, el cual se colocó en bolsas de papel encerado/papel aluminio, se transportaron en canasta de mimbre, posteriormente, los ejemplares fueron descritos, fotografiados y herborizados, siguiendo la propuesta de Cifuentes *et al*. (1986) y Halling (1996).

Para la determinación taxonómica de las especies se observaron características macroscópicas y microscópicas, para las primeras se utilizó una lupa estereoscópica, para las características microscópicas como la observación de esporas, trama, basidios, ascas, entre otras, se utilizó un microscopio óptico (Motic BA 300), además de navaja, aguja de disección, cubre objetos y porta objetos para realizar cortes y montarlos para observación.

Para la determinación taxonómica se consultó literatura especializada como las obras de: Dennis (1978), Guzmán (1979), Moser (1986), Arora (1986), Jenkinds (1986), Jülich (1989), Pérez *et*

al. (1991), Mueller (1992), Llamas y Terrón (2003) entre otras. La ordenación sistemática de las especies se basó en la clasificación propuesta por Kirk (2008), mientras que los nombres científicos y autores para cada una de las especies se consultaron en el *Index fungorum* (www.indexfungorum.org).

Debido a que los esporomas de las primeras especies que aparecieron después del incendio son muy pequeñas no se midieron y pesaron, por tal motivo se trabaja con datos de presencia-ausencia.

Para analizar los cambios en la riqueza de especies se utilizó el índice de similitud de Jaccard, el cual trabaja con presencia/ausencia de especies por lo que no se involucra la cantidad de individuos de cada especie y solamente compara el número de especies de una comunidad con otra, dando como resultado la semejanza entre estas de manera estadística (Magurran, 1989). La fórmula se expresa así:

$$\mathrm{IS_j} = \frac{c}{a+b+c}(100)$$

Donde:
IS_j= Índice de similitud de Jaccard
a= Número de especies exclusivas de la comunidad A
b= Número de especies exclusivas de la comunidad B
c= Número de especies comunes para ambas comunidades

5.5 Resultados y discusión

5.5.1 Caracterización de las parcelas

Las tres parcelas corresponden a vegetación de pino-encino, asociadas con otras especies arbóreas como madroño, aile y cletra. Las características de las parcelas previas al incendio se muestran en la Tabla 5.2.

Después del incendio (ver Figura 5.1) se volvieron a caracterizar las parcelas y las modificaciones encontradas, a nivel de estructura, fueron la desaparición de la cobertura arbustiva y herbácea, se vio menos afectada la cobertura arbórea y se eliminó la materia orgánica (hojarasca y *humus*) (ver Tabla 5.3). En cuanto a la muerte de árboles, no se observaron pérdidas, no obstante, menciona Fernández de Ana Magan y Rodríguez (1992) que la muerte de pinos se observa en el transcurso de dos o tres años después de la quema y depende de la intensidad del incendio.

Al segundo año, las parcelas presentaron alta regeneración en los estratos herbáceos y arbustivos, asimismo, comenzó la acumulación de hojarasca y la cobertura del dosel se mantuvo en todos los sitios como se muestra en la Tabla 5.3.

En 2010 se quemó la parcela 10c, por lo que aparece solo en una ocasión en la Tabla 5.3,que se encuentra ubicada en la parte más baja del parque, a 1700 m y está representada por pino-encino.

En relación a los cambios edáficos por efecto del incendio, además de los directos como es la combustión de la materia orgánica, el suelo sufre algunos cambios como la pérdida del nitrógeno y carbono, el depósito de carbón y cenizas y como consecuencia se altera la humedad de suelo y el pH (Cairney y Bastias, 2007).

La intensidad de los incendios y por consecuencia el efecto sobre la comunidad vegetal depende de varios factores, como la intensidad y dirección del viento, temperatura, humedad de la materia al consumirse, así como la topografía del lugar (Rincón y Pueyo, 2010). Las condiciones

del PNBC son susceptibles a daños severos, las altas pendientes y el suelo arenoso provocan que la carencia de vegetación en el suelo ocasione pérdida de suelo por erosión.

La presión que presenta el área, por el cambio de uso de suelo de los terrenos que se encuentran en los límites del PNBC, ha provocado que los incendios en el área de estudio sean frecuentes. El incendio previo al ocurrido en 2009 fue en 2004. Según Cairney y Bastias (2007) la repetición de incendio en un mismo lugar provoca que la materia orgánica no se acumule mientras que la disponibilidad de nutrientes sea pobre. Buscardo *et al*. (2010) observaron el efecto sobre las comunidades fúngicas en sitios con repetición de incendios los cuales presentan efectos negativos sobre la riqueza y abundancia de especies, además registran baja disponibilidad de esporas y otros propágulos de resistencia que juegan un papel primordial en la sucesión secundaria de las comunidades vegetales.

Parcelas sin quemar

Parcelas post-incendio

Figura 5.1. Parcelas para muestreo en bosque de pino-encino.

Tabla 5.2. Datos dasométricos de los sitios previo al incendio. T= total, P= pinos, Q= encinos, O= otras especies de árboles.

Parcela	Altitud	Tipo de vegetación	Asociación vegetal	Densidad estrato arbóreo				Altura/m	edad	DAP	Cobertura %			Hojarasca/cm	Humus / cm	Exposición	Pendiente %
				T	P	Q	O				Arb	Arbus	Herb				
1t	2100	Pino-encino	*Pinus michoacana; P. douglasiana; P. lawsonii; Quercus obtusata; Q. castanea; Arbutus xlapensis; Alnus jorullensis*	26	4	10	12	22,6	30	40	48	90	1	9	5	norte	50
2t	2123	Pino-encino	*Quercus obtusata, Q. castanea, Alnus jorullensis, Arbutus xalapensis*	41	0	26	15	17	0	25	70	80	0	11	16	este	65
10c	1700	Pino-encino	*Pinus douglasiana; P. lawsonii; Quercus obtusata; Clethra mexicana*	16	7	6	1	26,6	53	40	39	16	84	1	1	oeste	3

Tabla 5.3. Principales cambios estructurales después del incendio.

Post-incendio Parcela	Cobertura %			Hojarasca/cm	Materia orgánica/cm	Altura carbonizada/m
	Arbórea	Arbustiva	Herbaceas			
1t	5	0	10	0	0	6
2t	10	0	10	0	0	3
10c	20	0	80	0	0	2,5
Segundo año post-incendio Parcela						
1t	10	0	90	2	1	6
2t	10	15	90	1,4	0,9	3

5.5.2 Riqueza y composición de especies en parcelas antes y post-incendio

Se reportan 81 taxones correspondientes a las tres parcelas monitoreadas durante tres años, la ordenación sistemática se encuentra en el Anexo 5.1, 17 taxones corresponden al Phyllum Ascomycota y el resto (64) a Basidiomycota. Los géneros mejor representados son: *Amanita* e *Inocybe* con seis especies cada uno y *Peziza* con cuatro taxones.

La riqueza de especies por parcela se muestra en la Figura 5.2. Se observa una disminución en la riqueza después del incendio, mientras que en las dos parcelas que se monitorearon un segundo año registran un incremento, incluso superior a la registrada previa al incendio. La disminución en la riqueza de especies en parcelas post-incendio ha sido ampliamente documentada por otros autores, Fernández de Ana Magan y Rodríguez (1992), Dahlberg *et al*. (2001), Mcmullan-Fisherl *et al*. (2002), Trappe *et al*. (2006) y Martín-Pinto *et al*. (2006) quienes llegan a registrar hasta una disminución en la riqueza de más del 50% de especies, asimismo, reportan modificaciones entre los grupos tróficos.

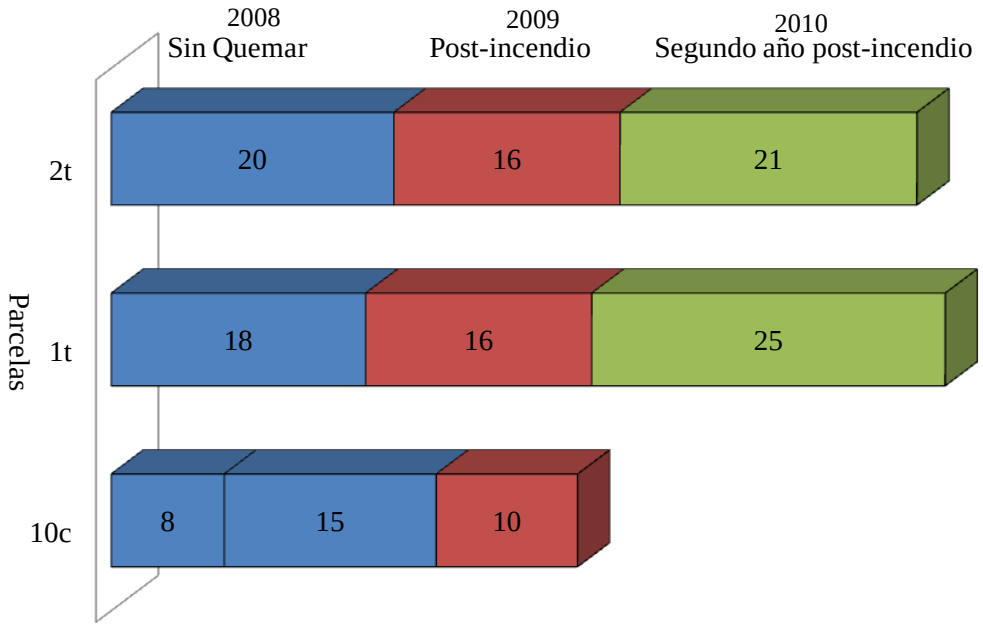


Figura 5.2. Riqueza de especies por parcela. En azul las parcelas antes del incendio, rojo post-incendio y verde al segundo año post-incendio; la base de cada columna corresponde a 2008, la intermedia a 2009 y superior a 2010.

Sin embargo, hay autores que documentan un incremento en la producción de esporomas en ciertas especies, Johnson (1994) y Vernes *et al*. (2004) observan el incremento de producción de hongos hipogeos después de un incendio, por lo que incrementa la micofagia por pequeños mamíferos que ayudan a la dispersión de esporas.

Aunque la riqueza de especies sea ligeramente menor, la composición de especies es distinta entre la parcela antes y el post-incendio. De acuerdo al índice de Jaccard los valores de similitud entre las parcelas es baja (ver Tabla 5.4). En especial las parcelas antes y post-incendio presentan valores de similitud bajos, resalta el valor cero en la parcela 1t antes y después del incendio, que a pesar de registrar una riqueza de 18 y 16 especies respectivamente, la composición de especies es nula. La comunidad de macromicetos en esa parcela se modificó por completo después del disturbio a pesar de registrar una riqueza de especies similar, en otras parcelas los valores son de 0,087 (10c) y 0,16 (2t) siendo esta última la que presentó el valor más alto antes y después del incendio.

En base a la riqueza y composción de especies, la parcela 1t presento una mayor intensidad del incendio que el resto de las parcelas, la parcela 1t presentó la misma riqueza de especies (16) que la parcela 2t antes y post-incendio, el índice de similitud en la parcela 1t fue cero antes y post-incendio, mientras que en las otras parcelas los valores fueron mayores (0,2 en 10c y 0,161 en 2t). De acuerdo con Dahlberg *et al*. (2001) y Mcmullan-Fisher *et al*. (2002), quienes indican que los cambios en la riqueza y composición de especies se encuentran relacionados con la intensidad del incendio.

Además, los porcentajes entre especies micorrícicas y saprobias son diferentes entre las parcelas post-incendio, 10c y 2t, presentan porcentajes de 50% y 75% respectivamente, mientras que la parcela 1t tiene el 43,7% de especies micorrícicas. Dahlberg *et al*. (2001) encontraron que las parcelas con mayor intensidad del fuego, presentaron menor superviviencia de micorrizas que en las parcelas de baja intensidad, en ambas parcelas no hubo supervivencia en la primera capa de suelo, sin embargo, en capas inferiores la supervivencia de las micorrizas fue mayor en el tratamiento de baja intensidad del fuego.

Los registros de la composición de especies al segundo año post-incendio nos indican que la parcela 1t tardará más tiempo en recuperarse que las otras parcelas, la composición de especies antes del incendio y dos años post-incendio es de 0,049, mientras que en la parcela 2t el valor fue de 0,108. Por otro lado, la riqueza de especies y los porcentajes de especies micorrícicas son mayores en la parcela 1t (25% y 64%) en relación a la parcela 2t (21% y 52%), sin embargo, la presencia de especies pirófilas fue mayor en la parcela 1t con cinco especies, mientras que en la 2t solo se registró *Pholiota highlandensis*.

Tabla 5.4. Composición de especies evaluado con el índice de Jaccard. Nota explicativa: Se comparan parcelas no quemadas (nq), post-incendio (post) y segundo año post-incendio (2post), donde 0 es ensamble de especies completamente diferentes y 1 es ensamble de especies iguales.

Comparación parcelas		Riqueza observada		Especies	Jaccard
Parcela 1	Parcela 2	Parcela 1	Parcela 2	compartidas	Classic
10c-nq-08	10c-nq-09	8	15	6	0,353
10c-nq-08	10c-post	8	10	3	0,2
10c-nq-09	10c-post	15	10	2	0,087
1t-nq	1t-post	18	16	0	0
1t-nq	1t-2post	18	25	2	0,049
1t-post	1t-2post	16	25	6	0,171
2t-nq	2t-post	20	16	5	0,161
2t-nq	2t-2post	20	21	4	0,108
2t-post	2t-2post	16	21	4	0,121
Comparación entre parcelas post-incendio					
10c-post	1t-post	10	16	1	0,04
10c-post	2t-post	10	16	2	0,083
1t-post	2t-post	16	16	6	0,231
Comparación entre parcelas segundo año post-incendio					
1t-2post	2t-2post	25	21	12	0,353

Tabla 5.5 (1 de 4). Presencia (+) y ausencia de taxones en cada una de las parcelas. Nota explicativa: no quemadas (NQ), post-incendio (post) y segundo año post-incendio (2post).

Parcelas	10c			1t			2t		
Taxones	08-NQ	09-NQ	10-Post	08-NQ	09-Post	10-2post	08-NQ	09-Post	10-2post
Agaricus bitorquis				+					
Aleuria aurantia								+	
Amanita chlorinosma								+	+
Amanita gemmata						+	+	+	+
Amanita muscaria								+	
Amanita sp.1					+		+	+	
Amanita sp.5					+		+		+
Amanita virosa	+	+	+	+					
Anthracobia melaloma			+		+			+	
Ascobolus carbonarius					+				
Astraeus hygrometricus					+	+	+	+	
Auriscalpium vulgare	+	+							
Boletus variipes		+							
Cantharellus cibarius							+		
Chroogomphus ochraceus						+			
Collybia polyphylla		+							
Coltricia focicola						+			
Coltricia perennis					+	+			+

Tabla 5.5 (2 de 4). Presencia (+) y ausencia de taxones en cada una de las parcelas. Nota explicativa: no quemadas (NQ), post-incendio (post) y segundo año post-incendio (2post).

Parcelas	10c			1t			2t		
Taxones	08-NQ	09-NQ	10-Post	08-NQ	09-Post	10-2post	08-NQ	09-Post	10-2post
Coprinellus angulatus									+
Coprinellus domesticus					+				
Cortinarius calochrous							+		
Cortinarius sp. 2				+					
Dacrymyces palmatus					+				+
Daldinia concentrica					+	+		+	+
Entoloma lividoalbum						+		+	
Ganoderma tsugae	+								
Geopyxis sp.						+			
Gloeophyllum sepiarium						+			+
Gymnopus confluens			+	+					
Gyroporus castaneus							+		
Helvella lacunosa		+							
Hygrocybe conica				+			+		
Hygrophoropsis auriantiaca		+							
Annulohypoxylon thouarsianum var. *thouarsianum*		+							
Inocybe calospora						+			+
Inocybe confusa							+		
Inocybe geophylla						+			+
Inocybe lacera				+		+			+
Inocybe rimosa		+		+				+	
Inocybe sp.1					+		+		
Laccaria bicolor		+				+			+
Laccaria laccata	+	+		+		+	+	+	+
Laccaria ohiensis						+			+
Lactarius deliciosus				+				+	

Tabla 5.5 (3 de 4). Presencia (+) y ausencia de taxones en cada una de las parcelas. Nota explicativa: no quemadas (NQ), post-incendio (post) y segundo año post-incendio (2post).

Parcelas	10c			1t			2t		
Taxones	08-NQ	09-NQ	10-Post	08-NQ	09-Post	10-2post	08-NQ	09-Post	10-2post
Lactarius indigo							+		
Lactarius scrobiculatus				+			+		
Lepiota sp.						+			
Leucopaxillus gentianeus							+		
Lycoperdon umbrinum									+
Lyophyllum decastes						+			
Marasmius cohaerens				+					
Marasmius cohaerens var. *lachnophyllus*				+			+		
Otidea alutacea				+					
Oudemansiella canarii	+	+							
Panaeolus sp.					+				
Peziza badioconfusa									+
Peziza ostracoderma						+			
Peziza petersii								+	
Peziza violacea			+			+			
Phellodon niger	+	+							
Pholiota highlandensis					+	+			+
Pholiota spumosa							+		
Polyporus tricholoma									+
Psathyrella candolleana						+			+
Pulvinula constellatio						+			
Ramaria stricta				+					
Rhizina undulata			+						
Russula brevipes		+							

Tabla 5.5 (4 de 4). Presencia (+) y ausencia de taxones en cada una de las parcelas. Nota explicativa: no quemadas (NQ), post-incendio (post) y segundo año post-incendio (2post).

Parcelas	10c			1t			2t		
Taxones	08-NQ	09-NQ	10-Post	08-NQ	09-Post	10-2post	08-NQ	09-Post	10-2post
Russula foetendula	+		+					+	
Russula sp. 2				+					
Schizophyllum commune					+			+	
Scleroderma areolatum		+			+	+	+	+	
Scutellinia scutellata					+				+
Strobilomyces floccopus				+					
Suillus granulatus			+			+	+		
Tephrocybe sp.			+						
Tremellodendron schweinitzii			+	+			+		+
Tricholomopsis rutilans							+		
Tylopilus felleus				+					
Xylaria hypoxylon					+	+			
Riqueza total	8	15	10	18	16	25	20	16	21

Si se considera cada parcela y cada año como una unidad de muestra, y las muestras se agrupan en no quemadas, post-incendio y segundo año post-incendio, la riqueza se distribuye en 46, 34 y 34 taxones respectivamente, mientras que la composición de especies entre las muestras presentan valores bajos, de 0,23 entre las unidades de muestra sin quemar y post-incendio; 0,12 entre sin quemar y segundo año post-incendio; 0,30 entre las unidades de muestra post-incendio y segundo año post-incendio. El valor de 0,23 de similitud entre las comunidades de macromicetos antes y después del incendio, coincide con el registrado por otros autores, por ejemplo, Fernández de Ana Magan y Rodríguez (1992) encontraron un valor de 0,21 entre parcelas previas y post-incendio en Pontevedra, España.

El proceso de sucesión para recuperar la comunidad de macromicetos previa al incendio va a requerir de varios años, sin embargo, conforme a la rapidez que se recupere la vegetación,

de igual manera lo hará la comunidad de macromicetos, en otros trabajos se ha observado que las comunidades de organismos del suelo se recuperan a las condiciones previas al incendio en dos años, mientras que otros autores refieren más de 75 años (Mcmullan-Fisher *et al*., 2002; Mcmullan-Fisher *et al*., 2011), esto se debe a que los efectos del fuego sobre las comunidades fúngicas varían en relación a varios factores, entre ellos la intensidad y duración del fuego, frecuencia de los incendios y la severidad de los cambios edáficos.

La distribución de los taxones de acuerdo al grupo trófico se muestra en el Anexo 5.1. Por su parte, en la Tabla 5.6 se presentan los datos totales agrupando las parcelas en no quemadas, post-incendio y segundo año post-incendio. Se observa que, independientemente del estado de las parcelas, el grupo de hongos micorrícicos es mayor en comparación a los saprobios y parásitos; hay un descenso en la riqueza de especies de las parcelas no quemadas con respecto a las post-incendio, no obstante, en las parcelas post-incendio hay un incremento en la riqueza relativa de las especies saprobias y parásitas, mientras que hay un descenso en la micorrícicas. Para el segundo año post-incendio se mantiene la riqueza de especies (34) en relación a las parcelas post-incendio y la riqueza relativa en los grupos tróficos es la misma a las parcelas no quemadas.

Tabla 5.6. Riqueza de especies observada (Sobs) y riqueza de especies relativa (Srel) de los grupos tróficos en relación a las parcelas agrupadas en no quemadas, post-incendio y segundo años post-incendio.

Parcelas	No quemadas		Post-incendio		Segundo Año post-incendio	
Grupo trófico	Sobs	Srel %	Sobs	Srel %	Sobs	Srel %
Micorrícico	31	67,39	20	58,82	23	67,64
Saprobio	15	32,60	12	35,29	11	32,35
Parásito	0	0	2	5,882	0	0
Total	46	100	34	100	34	100

La presencia de especies micorrícicas que no son exclusivas de sitios quemados se explica por la baja intensidad del incendio. Las condiciones ambientales después de un incendio de baja intensidad, permiten la aparición de especies que son comunes en parcelas no quemadas, como las registradas de los géneros *Amanita*, *Laccaria* e *Inocybe*. Otros autores también han observado lo anterior, Warcup (1990) destaca al género *Laccaria* entre otros Agaricales que

se encontraron después del incendio en Australia, Fernández de Ana Magan y Rodríguez (1992) destaca el papel de *Laccaria ohiensis* y *Xerocomus badius* como especies pioneras en parcelas post-incendios.

La ocurrencia de especies de macromicetos que no son pirófilos como especies de *Amanita* spp. e *Inocybe* spp., hace especular que los individuos registrados para este trabajo pudieron permanecer vivos después del incendio por quedar protegidos por las capas superiores y evitando la acción directa del fuego como ha sido documentado por otros autores (Dahlberg, 2002, Cairney y Bastias, 2007). En general, entre el 10% y 15% de la energía generada por la combustión de la materia orgánica en las capas superficiales del suelo es trasmitida y absorbida por las capas minerales del suelo (Hart *et al*., 2005).

Petersen (1970) propone una clasificación para los hongos pirófilos en relación a la dependencia a sitios quemados, no obstante, esta clasificación es complicada para definir a cada uno de los taxones que se reportan, por lo tanto se opta por definir una clasificación en función a la ocurrencia de las especies para el presente estudio: la primera categoría (1) son especies que sólo se registran en los sitios post-incendio; la segunda categoría (2) son aquellas especies que solo se habían reportado en las parcelas antes del incendio y que no volvieron a ocurrir durante los dos años consecutivos; y tercera categoría (3) corresponde a las especies que se registraron tanto en parcelas no quemadas como en las post-incendio (ver Tabla 5.7). En este caso 38 taxones son comunes en las parcelas no quemadas pero ocurrieron en las parcelas quemadas, ya sea post-incendio o segundo año post-incendio, 29 taxones solo ocurrieron en las parcelas previas al incendio y no se volvieron a registrar durante los dos años consecutivos y 14 taxones se registran solo en parcelas post-incendio, de estas 10 son considerados con hábitos pirófilos por otros autores (ver Tabla 5.8), el resto son especies que no se habían registrado previamente en el PNBC.

Tabla 5.7. Clasificación de los macromicetos en relación a la dependencia al incendio.

Post-incendio	Exclusivos Sin quemar	Comunes
Anthracobia melaloma	*Agaricus bitorquis*	*Aleuria aurantia*
Ascobolus carbonarius	*Auriscalpium vulgare*	*Amanita chlorinosma*
Coltricia focicola	*Boletus variipes*	*Amanita gemmata*
Coprinellus angulatus	*Cantharellus cibarius*	*Amanita muscaria*
Coprinellus domesticus	*Collybia polyphylla*	*Amanita* sp. 1
Geopyxis sp.	*Cortinarius calochrous*	*Amanita* sp. 5
Paneolus sp.	*Cortinarius* sp. 2	*Amanita virosa*
Peziza ostracoderma	*Ganoderma tsugae*	*Astraeus hygrometricus*
Peziza petersii	*Gyroporus castaneus*	*Chroogomphus ochraceus*
Peziza violacea	*Helvella lacunosa*	*Coltricia perennis*
Pholiota highlandensis	*Hygrocybe conica*	*Dacrymyces palmatus*
Pulvinula constellatio	*Hygrophoropsis auriantiaca*	*Daldinia concentrica*
Rhizina undulata	*Annulohypoxylon thouarsianum* var. *thouarsianum*	*Entoloma lividoalbum*
Tephrocybe sp.	*Inocybe confusa*	*Gloeophyllum sepiarium*
	Lactarius indigo	*Gymnupos confluens*
	Lactarius scrobiculatus	*Inocybe calospora*
	Leucopaxillus gentianeus	*Inocybe geophylla*
	Marasmius cohaerens	*Inocybe lacera*
	M. cohaerens var. lachnophyllus	*Inocybe rimosa*
	Otidea alutacea	*Inocybe* sp. 1
	Oudemansiella canarii	*Laccaria bicolor*
	Phellodon niger	*Laccaria laccata*
	Pholiota spumosa	*Laccaria ohiensis*
	Ramaria stricta	*Lactarius deliciosus*
	Russula brevipes	*Lepiota* sp.
	Russula sp 2	*Lycoperdon umbrinum*
	Strobilomyces floccopus	*Lyophyllum decastes*
	Tricholomopsis rutilans	*Peziza badioconfusa*
	Tylopilus felleus	*Polyporus tricholoma*
		Psathyrella candolleana
		Rhodocollybia butyracea
		Russula foetendula
		Suillus granulatus
		Schizophyllum commune
		Scleroderma areolatum
		Scutellinia scutellata
		Tremellodendron schweinitzii
		Xylaria hypoxylon

Tabla 5.8. Especies pirófilas, grupo trófico y referencia que cita el *status*. °Se citan otras especies pertenecientes al mismo género.

Hongos pirófilos	Grupo trófico	Referencia
°*Anthracobia melaloma*	[1]Micorrícico	[1](Fujimura *et al*., 2005)
Ascobolus carbonarius	[2]No micorrízico, [3]Debilmente patógeno	[2](Torres y Honrubia, 1997)
°*Geopyxis* sp	[3,4]Micorrícico-debilmente patógeno	[3](Egger y Paden, 1986)
°*Peziza ostracoderma*	[5,7]Micorrícico	[4](Vrålstad *et al*., 1998)
°*Peziza petersii*	[5,7]Micorrícico	[5](Warcup, 1990)
°*Peziza violacea*	[5,7]Micorrícico, [6]Saprobio	[6](Martín-Pinto *et al*., 2006)
Pholiota highlandensis	[5,6]Saprobio	[7](Rinaldi *et al*., 2008)
°*Pulvinula constellatio*	[5,7]Micorrícico	
Rhizina undulata	[3]Patógeno-[7]Saprobio	
Tephrocybe sp.	Saprobio	

5.6 Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos con el presente trabajo se establecen las siguientes conclusiones:

El calor originado por el fuego afectó a los hongos ectomicorrícicos, que se encuentran colonizando las raíces más finas del sistema radical de los árboles, como saprófitos, ya que ambos tipos de hongos tienden a estar en el estrato superior del suelo. La intensidad del calor emitido en las capas inferiores del suelo fue menor en las parcelas 2t y 10c, lo cual se refleja en la composición de especies durante los dos años posteriores al incendio. La diferencia en los daños observados sobre la micobiota puede deberse a la duración del incendio, cantidad de materia orgánica (combustible) y las condiciones ambientales de cada parcela.

La aparición de especies exclusivas de sitios quemados nos indica la presencia en forma de esporas de latencia o alguna otra estrategia. Las especies micorrícicas pirófilas es posible que se encuentren asociadas en la raíces de los hospederos en los estratos minerales del suelo, soportando las condiciones de calor y se activen para la formación de estrucuturas reproductoras sexuales.

Se observa una ligera disminución en la riqueza de especies después del incendio, sin embargo, al segundo año se ve superada la cantidad de especies registradas antes del incendio, no obstante, las consecuencias del fuego se observan de manera más drástica en la composición de especies, la cual no se asemeja a la composición previa al incendio. Por lo tanto, la composición de especies puede ser indicadora de la intensidad o efectos causados por el incendio.

5.7 Literatura citada

Arora, D., 1986. *Mushrooms Demystified*. 2ª ed. Ten speed press. Berkeley, California, USA. 590 pp.

Buscardo, E., S. Rodríguez-Echeverría, M.P. Martín, P. de Angelis, J.S. Pereira y H. Freitas, 2010. Impact of wildfire return interval on the ectomycorrhizal resistant propagules communities of a Mediterranean open forest. *Fungal Biology*, 114: 628-636.

Cairney, J. y B.A. Bastias, 2007. Influences of fire on forest soil fungal communities. *Canadian Journal of Forest Research*, 37(2): 207-215.

Carpenter, S.E. y J.M. Trappe, 1985. Phoenicoid fungi: a proposed term for fungi that fruit after heat tratment of substrates. *Mycotaxon*, 23: 203-206.

Cifuentes, J., M. Villegas y L. Pérez, 1986. Hongos. En: Lot, A. y F. Chiang (ed.). *Manual de Herbario: Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos*. Consejo Nacional de la Flora de México, México, D. F. Pp. 55-64.

Claridge, A.W., J.M. Trappe y K. Hansen, 2009. Do fungi have a role as soil stabilizers and remediators after forest fire?. *Forest Ecology and Management*, 257: 1063-1069.

Clavería, V., A.M. de Miguel, y M. de Román, 2003. Comparison of the post-fire dynamics of the ectomycorrhizal community in two *Quercus ilex* stands in northern Spain. *Publicaciones de Biología, Universidad de Navarra, Serie Botánica*, 15: 19-30.

Comisión Forestal del Estado de Michoacán (COFOM), 2010. Reporte anual de incendios forestales 2009. Disponible en: *http://www.cofom.gob.mx:8080/documentos/docs/09/Reporte%20anual%202009.pdf*. (Fecha de ingreso: Marzo de 2011).

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), 2010. *Reporte semanal de resultados de incendios forestales 2010*. Disponoble en: *http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/10/83Reporte%20Semanal%202010.pdf*. (Fecha de ingreso: Marzo de 2011).

Dahlberg, A., 2002. Effects of Fire on Ectomycorrhizal Fungi in Fennoscandian Boreal Forests. *Silva Fennica*, 36(1): 69-80.

Dahlberg, A., J. Scimmel, A.F.S. Taylor y H. Johannesson, 2001. Post-fire legacy of ectomycorrhizal fungal communities in the Swedish boreal forest in relation to fire severity and logging intensity. *Biological Conservation*, 100:151-161.

Dennis, R., 1978. British Ascomycetes. J. Cramer.Germany. 585 pp.

Egger, N.K. y J.W. Paden, 1986. Pathogenicity of postfire ascomycetes (Pezizales) on seeds and germinants of lodgepole pine. *Canadian Journal of Botany*, 64: 2368-2371.

Erland, S. y A.F.S. Taylor, 2002. Diversity of ecto-mycorrhizal fungal communities in relation to the abiotic environment. En: Van der Heijden, M.G.A. y I. Sanders, (eds.). *Mycorrhizal ecology*. Berlin: Springer-Verlag, Pp. 163–193.

de Román, M. y A.M. de Miguel, 2005. Post-fire, seasonal and annual dynamics of the ectomycorrhizal community in a *Quercus ilex* L. forest over a 3-year period. *Mycorrhiza*, 15: 471-482.

Fernández de Ana Magan, F.J. y A. Rodríguez, 1992. El fuego y la respuesta de los macromicetos del suelo en pinares de *Pinus pinaster* Ait. *Investigación Agraria Sistema y Recursos Forestales*, 1(2): 137–150.

Fujimura, K.E., 2005. Pezizalean mycorrhizas and sporocarps in ponderosa pine (*Pinus ponderosa*) after prescribed fires in eastern Oregon, USA. *Mycorrhiza*, 15: 79-86.

Garza-Ocañas, F., J. García, J.G. Marmolejo, M. Quiñónez, A. Carrillo, H. Villalón y G. Guevara, 2009. Efecto de los incendios forestales en la diversidad de macromicetos en el bosque de *Pinus culminicola* del cerro El Potosí, Galeana, Nuevo León. En: Memorias del IX Congreso Mexicano de Micología.

González-Pérez, J.A., F.J. González-Vila, G. Almendros y H. Knicker, 2004. The effect of fire on soil organic matter - a review. *Environment International*, 30: 855–870.

Guzmán, G., 1979. *Identificación de los hongos: comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de la madera*. 5ª ed., Ed. Limusa. México, D.F. 452 pp.

Halling, R.E., 1996. Recommendations for collecting mushrooms. En: Alexiades, M.N. (ed.). *Selected guidelines for ethnobotanical research: A field manual*. New York Botanical Garden, New York. Pp. 135-141.

Hart, S.C., T.H. de Luca, G.S. Newman, M.D. Mackenzie y S. Boyle, 2005. Post-fire vegetative dynamics as drivers of microbial community structure and function in forest soils. *Forest Ecology and Management*, 220: 166–184.

Jalaluddin, M., 1964. Studies on *Rhizina undulata*: I. Mycelial growth and ascospore germination. *Transactions of the British Mycological Society*, 50(3): 449–459. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/S0007-1536 (67)80014-7.

Jenkinds, D.T., 1986. *Amanita* of North America. Mad River Press, Eureka. California. USA. 197 pp.

Johnson, C.N., 1994. Fruiting of hypogeous fungi in dry sclerophyll forest in Tasmania, Australia: seasonal variation and annual production. *Mycological Research*, 98(10):1173–1182. Disponible en: http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0953756209802013. (Fecha de ingreso: Mayo de 2012).

Johnson, C.N., 1995. Interactions between fire, mycophagous mammals, and dispersal of ectromycorrhizal fungi in *Eucalyptus* forests. *Oecologia*, 104: 467-475.

Jülich, W., 1989. *Guida alla determinazione dei funghi.vol. 2*. Saturnia. Italia. 596 pp.

Kipfer, T., S. Egli, J. Ghazoul, B. Moser y T. Wohlgemuth, 2010. Susceptibility of ectomycorrhizal fungi to soil heating. *Fungal Biology*, 114(5-6): 467–472. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.funbio.2010.03.008.

Kirk, P., P.F Cannon, D.W. Minter y J.A. Stalpers, 2008. *Dictionary of the fungi*. 10th ed. Cobi International. UK. 771 pp.

Liberatore, S.N. y L.E. Lorenzo, 2001. Especies fúngicas de ambientes quemados en el noroeste de la Patagonia (Argentina). *Darwiniana*, 39(3-4): 215–221.

Llamas, B. y A. Terrón, 2003. *Atlas fotográfico de los hongos de la Península Ibérica*. Ed. Celarayn, España. 547 pp.

Magurran, A., 1989. Diversidad ecológica y su medición. Vedrá. Barcelona, España. 200 pp.

Martín-Pinto, P., H. Vaquerizo, F. Peñalver, J. Olaizola y J.A. Oria de Rueda, 2006. Early effects of a wildfire on the diversity and production of fungal communities in Mediterranean vegetation types dominated by *Cistus ladanifer* and *Pinus pinaster* in Spain. *Forest Ecology and Management*, 225: 296-305.

Mcmullan-Fisher, S., T.W. May, R.M. Robinson, T. Bell, T. Lebel, P. Catcheside y A. York, 2011. Fungi and fire in Australian ecosystems: a review of current knowledge, management implications and research gaps and solutions. *Australian Journal of Botany*, 59(1): 70-90.

Mcmullan-Fisher, S., T.W. May y P.J. Keane, 2002. The macrofungal community and fire in a Mountain Ash forest in southern Australia. *Fungal Diversity*, 10 (Fungal succession): 57-76.

Moser , M., 1986. *Guida alla determinazione dei funghi*. 2ed. Saturnia. Italia. 565 pp.

Mysterud, y I. Mysterud, 1997. *Forest fire and environmental management: A technical report on forest fire as an ecological factor*. Contracted Report. Directorate for Fire & Explosion Prevention and Department of Biology, University of Oslo. 266 pp.

Mueller, M.G., 1992. Systematis of *Laccaria* (Agaricales) in the Continental United States and Canada, with discussions on extralimital taxa and descriptions of extant types. Fieldiana. Chicago, Illinois. 158 pp.

Pérez-Silva, E. y T. Herrera, 1991. *Iconografia de macromicetos de México*. Instituto de Biologia UNAM. México. 136 pp.

Petersen, P.M., 1970. Danish fireplace fungi, an ecological investigation of fungi on burns. *Dansk Botanisk Arkiv*, 27: 6-90.

Rinaldi, A.C., O. Comandini y T.W. Kuyper, 2008. Ectomycorrhizal fungal diversity: separating the wheat from the chaff. *Fungal Diversity*, 33: 1-45.

Rincón, A. y J.J. Pueyo, 2010. Effect of fire severity and site slope on diversity and structure of the ectomycorrhizal fungal community associated with post-fire regenerated *Pinus pinaster* Ait. seedlings. *Forest Ecology and Management*, 260: 361-369.

Seaver, F.J., 1909. Studies in pyrophilous fungi-I. The ocurrence and cultivation of Pyronema. *Mycologia*, 1(4): 131-139.

Suzuki, A., 2002. Fungal succession at different scales. *Fungal Diversity*, 10 (Fungal succession): 11-20.

Torres, P. y M. Honrubia, 1997. Changes and effects of a natural fire on ectomycorrhizal inoculum potential of soil in a *Pinus halepensis* forest. *Forest Ecology and Management*, 96: 189-196.

Trappe, J.M., A.O. Nicholls, A.W. Claridge y S.J. Cork, 2006. Prescribed burning in a *Eucalyptus* woodland suppresses fruiting of hypogeous fungi, an important food source for mammals. *Mycological Research*, 110: 1333-1339.

Vernes, K., C.N. Johnson y M.A. Castellano, 2004. Fire-related changes in biomass of hypogeous sporocarps at foraging points used by a tropical mycophagous marsupial. *Mycological Research*, 108(12):1438-1446.

Vrålstad, T., A. Holst-Jensen y T. Schumacher, 1998. The postfire discomycete *Geopyxis carbonaria* (Ascomycota) is a biotrophic root associate with Norway spruce (*Picea abies*) in nature. *Molecular Ecology*, 7: 609-616.

Warcup, J.H., 1990. Occurrence of ectomycorrhizal and saprophytic discomycetes after a wild fire in a eucalypt forest. *Mycological Research*, 94(8): 1065–1069. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/S0953-7562(09)81334-8.

Zak, J.C. y D.T. Wicklow, 1980. Structure and composition of a post-fire ascomycete community: role of abiotic and biotic factors. *Canadian Journal of Botany*, 58: 1915-1922.

Anexo 5.1 Ordenación sistemática

- Ascomycota
  - Pezizomycetes
    - Pezizales
      - Ascobolaceae
        - *Ascobolus*
          - *A. carbonarius* Karsten, 1870; P
      - Helvellaceae
        - *Helvella*
          - *H. lacunosa* Afzel., 1783; M
      - Pezizaceae
        - *Peziza*
          - *P. badiofusca* (Boud.) Dennis, 1960; M
          - *P. ostracoderma* Korf. 1961; M
          - *P. petersii* Berk., 1875; M
          - *P. violacea* Pers., 1797; M
      - Pyronemataceae
        - *Aleuria*
          - *A. aurantia* (Pers.) Fuckel, 1870; S
        - *Anthracobia*
          - *A. melaloma* (Alb. y Schwein.) Arnould, 1893; M
        - *Geopyxis*
          - *Geopyxis* sp.; M
        - *Otidea*
          - *O. alutacea* (Pers.) Massee, 1895; M
        - *Scutellinia*
          - *S. scutellata* (L.) Lambotte, 1887; S
      - Rhizinaceae
        - *Rhizina*
          - *R. undulata* Fr., 1815; P
      - *Incertae sedis*
        - *Pulvinula*
          - *P. constellatio* (Berk. y Broome) Boud., 1907; M
  - Sordariomycetes
    - Xylariales
      - Xylariaceae
        - *Annulohypoxylon*
          - *A. thouarsianum* var. *thouarsianum* (Lév.) Y.M. Ju, J.D. Rogers y H.M. Hsieh 2005; S
        - *Daldinia*
          - *D. concentrica* (Bolton) Ces. y De Not., 1860; S
        - Xylaria
          - *X. hypoxylon* (L.) Grev., 1824; S

Simbología: M: micorrícico; P: parásito; S: saprobio.

Basidiomycota
- Agaricomycetes
  - Agaricales
    - Agaricaceae
      - *Agaricus*
        - *A. bitorquis* (Quél.) Sacc., 1887; S
      - *Lepiota*
        - *Lepiota* sp. 1; S
      - *Lycoperdon*
        - *L. umbrinum* Pers., 1801; S
    - Amanitaceae
      - *Amanita*
        - *A. chlorinosma* (Austin) Lloyd, 1898; M
        - *A. gemmata* (Fr.) Bertill., 1866; M
        - *A. muscaria* (L.) Lam., 1783; M
        - *A. virosa* (Fr.) Bertill., 1866; M
        - *Amanita* sp. 1; M
        - *Amanita* sp. 5; M
    - Bolbitiaceae
      - *Panaeolus*
        - *Panaeolus* sp.; M
    - Cortinariaceae
      - *Cortinarius*
        - *C. calochrous* (Pers.) Gray, 1821; M
        - *Cortinarius* sp. 2; M
    - Entolomataceae
      - *Entoloma*
        - *E. lividoalbum* (Kühner y Romagn.) Kubička, 1975; M
    - Hydnangiaceae
      - *Laccaria*
        - *L. bicolor* (Maire) P.D. Orton, 1960; M
        - *L. laccata* (Scop.) Fr., 1884; M
        - *L. ohiensis* (Mont.) Singer, 1947; M
    - Hygrophoraceae
      - *Hygrocybe*
        - *H. conica* (Scop.: Fr.) P. Kumm.; S
    - Inocybaceae
      - *Inocybe*
        - *I. calospora* Quél., 1881; M
        - *I. confusa* P. Karst., 1888; M
        - *I. geophylla var. geophylla* (Pers.) P. Kumm., 1871; M
        - *I. lacera* (Fr.) P. Kumm., 1871; M
        - *I. rimosa* (Bull.) P. Kumm., 1871; M
        - *Inocybe* sp. 1; M

Simbología: M: micorrícico; P: parásito; S: saprobio.

Lyophyllaceae
Lyophyllum
L. decastes (Fr.) Singer, 1951; M
Tephrocybe
Tephrocybe sp.; S
Marasmiaceae
Gymnopus
G. confluens (Pers.) Antonín, Halling y Noordel., 1997; S
Marasmius
M. cohaerens (Alb. y Schwein.) Cooke y Quél., 1878; S
M cohaerens var. lachnophyllus (Berk.) Gilliam, 1976; S
Mycenaceae
Rhodocollybia
R. butyracea (Bull.) Lennox, 1979; S
Physalacriaceae
Oudemansiella
O. canarii (Jungh.) Höhn., 1909; S
Psathyrellaceae
Coprinellus
C. angulatus (Peck) Redhead, Vilgalys y Moncalvo, 2001; S
C. domesticus (Bolton) Vilgalys, Hopple y Jacq. Johnson, 2001; S
Psathyrella
P. candolleana (Fr.) Maire, 1913; S
Schizophyllaceae
Schizophyllum
S. commune Fr., 1815; S
Strophariaceae
Pholiota
P. spumosa (Fr.) Singer, 1948; S
P. highlandensis (Peck) A.H. Sm. y Hesler, 1968; S
Tricholomataceae
Collybia
C. polyphylla (Peck) Singer ex Halling, 1983; S
Leucopaxillus
L. gentianeus (Quél.) Kotl., 1966: M
Tricholomopsis
T. rutilans (Schaeff.) Singer, 1939: S
Boletales
Boletaceae
Boletus
B. variipes Peck, 1988; M
Strobilomyces
S. strobilaceus (Scop.) Berk., 1860; M

Simbología: M: micorrícico; P: parásito; S: saprobio.

Tylopilus
T. felleus (Bull.) P. Karst., 1881; M
Gomphidiaceae
Chroogomphus
C. ochraceus (Kauffman) O.K. Mill., 1964: M
Gyroporaceae
Gyroporus
G. castaneus (Bull.) Quél., 1886; M
Hygrophoropsidaceae
Hygrophoropsis
H. aurantiaca (Wulfen) Maire, 1921; S
Sclerodermataceae
Astraeus
A. hygrometricus (Pers.) Morgan, 1889; M
Scleroderma
S. areolatum Ehnreb., 1818; M
Suillaceae
Suillus
S. granulatus (L.) Roussel, 1796; M
Cantharellales
Cantharellaceae
Cantharellus
C. cibarius Fr., 1821; M
Gloeophyllales
Gloeophyllaceae
Gloeophyllum
G. sepiarium (Wulfen) P. Karst., 1879; S
Hymenochaetales
Hymenochaetaceae
Coltricia
C. focicola (Berk.y Curt.) Murrill, 1908; M
C. perennis (L.) Murrill, 1903; M
Polyporales
Ganodermataceae
Ganoderma
G. tsugae Murrill, 1902; S
Polyporaceae
Polyporus
P. tricholoma Mont., 1837; S
Russulales
Auriscalpiaceae
Auriscalpium
A. vulgare Gray, 1821; S

Simbología: M: micorrícico; P: parásito; S: saprobio.

Russulaceae
Lactarius
L. deliciosus (L.) Gray, 1821; M
L. indigo (Schwein.) Fr., 1838; M
L. scrobiculatus (Scop.) Fr., 1838; M
Russula
R. brevipes Peck, 1890; M
R. foetentula Peck, 1907; M
Russula sp. 2; M
Sebacinales
Sebacinaceae
Tremellodendron
T. schweinitzii (Peck) G.F. Atk., 1902 ; M
Thelephorales
Bankeraceae
Phellodon
P. niger (Fr.) P. Karst., 1881; M
Gomphales
Gomphaceae
Ramaria
R. stricta (Pers.) Quél., 1888; S
Dacrymycetes
Dacrymycetales
Dacrymycetaceae
Dacrymyces
D. palmatus (Schwein.) Burt, 1921; S

Simbología: M: micorrícico; P: parásito; S: saprobio.

6. ESTUDIO ETNOMICOLÓGICO DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE CAPACUARO

6. Estudio etnomicológico de la comunidad indígena de Capácuaro municipio de Uruapan, Michoacán, México

6.1 Introducción

México es considerado uno de los países megadiversos, por su riqueza y diversidad biológica (Mittermeier y Goettsch, 1992; CONABIO, 1998). Asimismo, asociado a la diversidad biológica, posee una alta riqueza cultural (Pérez-Moreno *et al*., 2008), representada por 62 grupos étnicos al interior del país y cada uno de ellos con su cultura, lenguaje e historia, actualmente reflejado en 291 lenguas vivas (28,9 y 4,2% del total continental y mundial). En población equivale al 13% del total del país, situando a México entre los primeros países del mundo con alta diversidad cultural (Loh y Harmon, 2005; Ruan-Soto *et al*., 2006; Ávila, 2008).

Los grupos prehispánicos alcanzaron una alto grado de civilización, reflejándose el conocimiento adquirido a lo largo de los siglos en la domesticación de un gran número de plantas (ej. maíz, frijol, calabaza, chile, entre otras) y de especies animales para un sinfín de usos como alimento, medicinal, ceremonial, entre otros (Perales y Aguirre, 2008).

En este entorno cultural, los hongos, desde los tiempos prehispánicos han sido utilizados por los diferentes grupos indígenas del país, entre los usos destaca el alimenticio, medicinal y el ceremonial. Los españoles del siglo XVI fueron los primeros en proporcionar informes sobre el uso de los hongos entre los pueblos indígenas (Estrada *et al*., 2001), otras manifestaciones de la relación entre los hombres y hongos son las representaciones de hongos piedras (ver Figura 6.1) por los mayas, purépechas, náhuatl, así como las evidencias plasmadas en distintos códices. Todo esto es una clara actitud de micofilia entre los habitantes de Mesoamérica (Ruan-Soto *et al*., 2006).

En la década de los cincuentas, con el redescubrimiento de los hongos enteógenos, utilizados por María Sabina en ceremonias con fines curativos, permitió la difusión del conocimiento del teonanacatl al mundo y con ello se generó la etnomicología, con el paso del tiempo está nueva disciplina se ha consolidado y los estudios abordan diversos temas que van más allá

del saber de los hongos alucinógenos (Schultes y Hofmann, 1982; Guzmán, 2003; Guzmán, 2008).

Figura 6.1. Pieza de piedra de la cultura purépecha de la zona arqueológica de Tzintzunzan, Pátzcuaro, Michoacán, México. La imagen del lado izquierdo es la representación de un botón de *Amanita muscaria*, el lado derecho representa la cabeza de una calavera. Fuente: Guzmán (2011).

La etnomicología es la disciplina que tiene por objeto estudiar las relaciones que existen entre las personas y los hongos que se desarrollan en el entorno, así como los saberes tradicionales a través del tiempo y en diferentes regiones (Wasson y Wasson, 1957; Wasson, 1961; Wasson, 1962; Wasson *et al*., 1980; Schultes y Von Reis, 1995; Berlín, 1992; Cappello *et al*., 2006).

Actualmente, la etnomicología busca conocer las formas en que se generan, transmiten y evolucionan los conocimientos micológicos tradicionales, pretende analizar las formas de apropiación de los recursos por parte de las comunidades humanas y generar información que puede ser utilizada para desarrollar proyectos, en donde el conocimiento tradicional aunado a las tecnologías adecuadas brinden alternativas de producción, utilización y manejo tanto rural como industrial (Estrada *et al*., 2001).

Por lo anterior, es relevante conservar el conocimiento generado durante siglos, valioso por sí mismo, además, contribuir al bienestar de las comunidades indígenas que a pesar de ser poseedoras de un acervo cultural único, se encuentran inmersas en condiciones de marginación y como consecuencia existe una pérdida del conocimiento tradicional, ya sea por la migración, la pérdida de hábitats, incluyendo la disminución de especies y principalmente por los complejos procesos de transculturización a los que se ven sometidos.

Por otra parte, el trabajo etnomicológico en comunidades poco o no exploradas ha contribuido a la ciencia con la descripción de nuevos registros o nuevas especies comestibles (Das *et al*., 2004; Garibay-Orijel *et al*., 2006) y enriqueciendo con ello el conocimiento del uso de los hongos, siendo éste uno de los grupos biológicos menos estudiados en México; Guzmán (1998) estima que en México pueden existir 200000 especies fúngicas, conociendo en la actualidad solo el 3,5% de la micobiota.

El estado de Michoacán cuenta con diversos asentamiento de origen indígena, se calculan 113116 personas (INEGI, 2009), pertenecientes primordialmente a los pueblos de cultura Purépecha, Náhuatl, Mazahua y Otomí, los mismos que ocupan, poseen, hacen uso y habitan territorios en al menos 29 de los 113 municipios de la entidad. También habitan, en menor cantidad, otros pueblos como Mixtecos, Zapotecos, Amuzgos, Mayas, Tlapanecos y Totonacas que complementan la diversidad cultural de la entidad.

De los datos anteriores, el pueblo Purépecha es el de mayor representación, se tienen registrados 105556 pobladores, de los cuales, 96966 residen en 145 comunidades dentro del área de distribución histórica del grupo (INALI, 2005; INEGI, 2009). La mayor parte de las comunidades se ubican en terrenos volcánicos por encima de los 1800 m, cubiertos originalmente por bosques de pino-encino, cerca de cuerpos de agua con tulares (*Typha* y *Scirpus*) y otros tipos de vegetación ribereña.

Ávila (2008), menciona que los estudios sobre el conocimiento etnobiológico purépecha es parcial, la información se concentra en la región lacustre, por lo que después de su análisis

encuentra huecos de información en las comunidades occidentales de la Meseta Purépecha y la Cañada de los Once Pueblos (Figura 6.2).

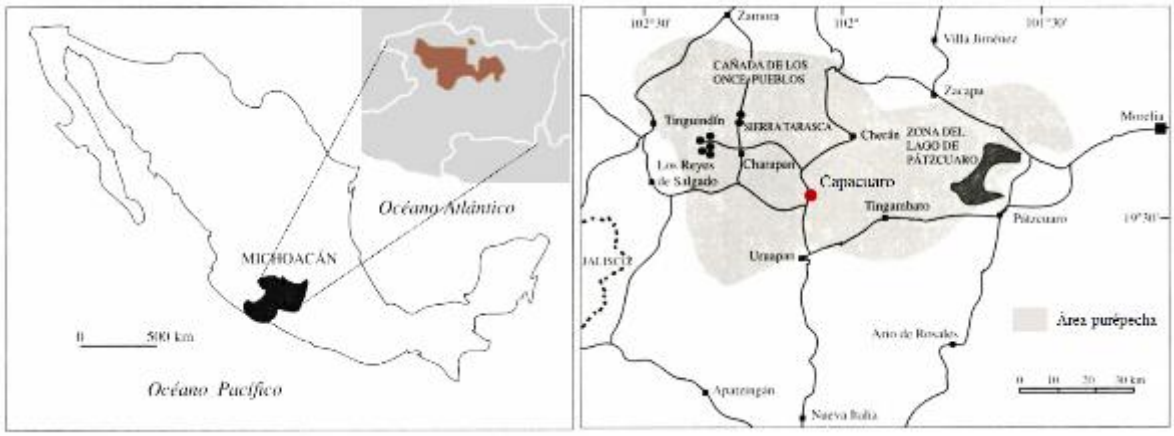


Figura 6.2. Distribución del pueblo purépecha en el estado de Michoacán, el círculo rojo ubica la comunidad de estudio del presente trabajo, al norte la Cañada de los once pueblos, al este la zona lacustre (lago de Pátzcuaro), al sur la ciudad de Uruapan.

El presente estudio se realizó con el objetivo de documentar el conocimiento popular acerca del uso de los hongos silvestres comestibles (HSC), así como identificar las formas en que se trasmite el conocimiento y reconocer los canales de comercialización existentes en la comunidad indígena de Capácuaro (Meseta Purépecha).

6.2 Antecedentes

6.2.1 La etnomicología en México

El término etnomicología fue utilizado por primera vez por Robert Gordon Wasson y Valentina Pavlovna en 1957, en el primer escrito formal sobre sus descubrimientos fúngicos en México, sobre todo en la parte de la Sierra Mazateca en Oaxaca, quienes describen el encuentro con María Sabina (curandera mazateca) y su experiencia con los hongos sagrados de la región durante una velada.

No obstante, los primeros registros del conocimiento de los hongos fueron por Fray Bernardino de Sahagún en el documento *Historia general de las cosas de la Nueva España*, donde informa sobre la existencia del "Hongo Divino" o "Teonanacatl", utilizado en ceremonias religiosas por sus propiedades alucinógenas, también hace mención de la utilidad de los hongos en la medicina (Schultes, 1940; Estrada *et al*., 2001; Guzmán, 2008).

Existen pocas representaciones de hongos del México antiguo, se han identificado algunas ilustraciones en los murales de Teotihuacán y en códices tanto prehispánicos como coloniales. En los códices Vindobonensis (manuscrito prehispánico mixteco), Magliabechi, Florentino e Indígena N° 27, se hace mención al consumo de hongos como una práctica común en el México antiguo (Guzmán, 2008).

Entre las representaciones de la época colonial se encuentran los adornos en la iglesia en Zongolica, Veracruz, que data del año 1600 y donde se observan hongos que sobresalen en la fachada; el pueblo de Zongolica es de origen náhuatl y es posible que desde la época prehispánica los habitantes tuvieran rituales que involucran el uso de hongos alucinógenos, por tal motivo, los indígenas plasmaron en la iglesia la adoración por los hongos entremezclados con la entonces nueva creencia católica (Guzmán, 2011).

Otra representación entre los hongos, el hombre y la religión católica se encuentra en Chignahuapan, Puebla, una iglesia dedicada al culto de un hongo, única en su tipo, ya que aloja un pequeño hongo petrificado que corresponde a *Ganoderma lobatum* (Schwein.) G. F.

Atk., que es venerado por los lugareños, la parte del himenio tiene grabado un Cristo con una luna y el sol a cada lado. Se menciona que existen dos aspectos importantes en la fundación de este templo y su veneración: una es la tradición mística del uso de hongos alucinógenos por parte de los lugareños y por otro, lado las estrategias de evangelización de los Frailes Mercedarios (Guzmán *et al*., 1975).

Lo que significó *Amanita muscaria* (L.) Lam. para las culturas europeas, en México fue asumido por el género *Psilocybe* spp.; en 1936, Roberto J. Weitlaner recolectó algunos de los hongos sagrados que los mazatecos usaban para curar enfermedades y en prácticas adivinatorias en Huautla de Jiménez, los cuales fueron enviados a la Universidad de Harvard y no pudieron ser identificados, siendo éste el primer acercamiento al estudio de los hongos alucinógenos (Schultes, 1940; Benítez, 1964).

La mazateca María Sabina utilizaba hongos con fines terapéuticos. Los conocimientos sobre la medicina tradicional y la curación mediante el uso de los hongos la convirtieron en una célebre sacerdotisa, que guiaba a quienes los consumían por motivos terapéuticos durante el ritual o velada, y no adivinatorios, como en otros casos interpretados mediante los códices o algún otro documento.

El mérito de haber señalado la persistencia de ceremonias rituales asociadas a los hongos sagrados entre los mazatecos corresponde al etnobotánico Richard Evans Schultes, quien en 1939 publicó una nota del uso de hongos sagrados, revelando la determinación del hongo utilizado como *Panaeolus sphinctrinus* (Fr.) Quél. (Schultes, 1940; Guzmán, 2008), posteriormente, se reveló la existencia de otros géneros de hongos que también eran incluidos bajo el término azteca “Teonanacatl”, incluyendo al género *Psilocybe*.

El uso de los hongos alucinógenos no es exclusivo de la Sierra Mazateca, existen registros en Teotihuacán (Schultes, 1940; Lozoya, 1999), de la misma manera se ha confirmado el uso ceremonial con los náhuatl en el Estado de México, Morelos y Puebla, los totonacas en el estado de Veracruz, así como los mixtecos, zapotecos y chimaltecos en el estado de Oaxaca (Heim y Wasson, 1958; Guzmán, 1987; Guzmán, 2008).

El uso tradicional de hongos silvestres en México, sin duda, es anterior a la conquista española, el conocimiento que se tiene es mayor al de muchas otras culturas (Ruan-Soto *et al*., 2006), no obstante, el conocimiento ancestral se ha perdido rápidamente (Bandala *et al*., 1997). Las posibles causas de este fenómeno son varias, la pérdida de grandes extensiones de bosques, la migración masiva de la población rural a las ciudades y a los procesos de aculturación entre los que permanecen en el campo.

El conocimiento tradicional sobre los hongos silvestres comestibles (HSC) se manifiesta tanto en la riqueza de especies que se utilizan, así como en el gran número de nombres comunes. En cuanto a la riqueza, se estima que en México se consumen de 200 a 300 especies y 100 de ellas son objeto de venta en mercados locales del centro del país (Villareal y Pérez-Moreno, 1989; Garibay-Orijel *et al*., 2006) además, llegan a superar los 400 nombres comunes en distintas lenguas del país comprendiendo 28 entidades federativas (Villareal y Pérez-Moreno, 1989; Guzmán, 1997; Garibay-Orijel *et al*., 2006).

Entre los distintos grupos de HSC, son pocos los reportes de los hongos con hábito hipogeo, Lumholtz en 1904, reporta que los tarahumaras (Ráramuri) consumen un hongo identificado por Farlow como *Melanogaster variegatus* var. *mexicanus* (Moreno-Fuentes *et al*., 1996) a la postre, Trappe y Guzmán revisaron el material y lo reportan como una nueva especie, la cual describieron como *Melanogaster umbrinigleba* (Guzmán, 1990). Trappe e*t al*. (1979), mencionan el uso de hongos del género *Elaphomyces* spp. con fines ceremoniales. Otros autores han registrado el consumo de *Rhizopogon* spp. entre los Tepehuanes en el estado de Durango y por pobladores de orígenes náhuatl y otomí en las faldas del Volcán La Malinche en el centro del país (González, 1991; Montoya *et al*., 2002).

La zona centro de México es la región con mayor consumo de HSC del país, de acuerdo con diversos autores como Martín (1968), González (1982), Martínez *et al*. (1983), Gisper *et al*. (1984), Estrada-Torres y Aroche (1987), Montoya *et al*. (2002), Montoya *et al*. (2003) y Montoya *et al*. (2004), quienes han estudiado los estados de Puebla, Estado de México, Distrito Federal, Tlaxcala, Morelos, entidades que cuentan con asentamientos náhuatl,

totonaca, otomí y mestiza. Los registros de especies van de las 22 a 55 especies y más de 100 nombres vernáculos, el uso no solo es comestible, también son citados otros usos como medicinal, insecticida, extracción de colorantes, productos de belleza y decoración.

Otra región importante por la cantidad de especies que se consumen es el estado de Oaxaca, una de las entidades federativas que sobresalen por su riqueza biológica y cultural, los HSC han sido abordados por León (1995), Córdova *et al*. (2002) y Garibay-Orijel *et al.* (2006), quienes reportan entre 43 y 81 especies para la región norte de este Estado.

Garibay-Orijel *et al*. (2007) en Ixtlán de Juárez, Oaxaca, evaluaron el significado cultural hacia los HSC, integrando un índice con siete variables: frecuencia de mención, la percepción de disponibilidad, frecuencia de uso, la apreciación del gusto, partes utilizadas, el uso del alimento multifuncional y su papel como uso medicinal, de 37 especies mencionadas (21 nombres vernáculos). El índice arrojó que *Cantharellus cibarius sensu lato*, *Pleurotus* spp., *Laccaria laccata* var. *pallidifolia*; *Gomphus clavatus*, y *Sparassis crispa* son las especies con mayor significado cultural.

En los trabajos anteriores, las localidades estudiadas corresponden a zonas montañosas con bosques de coníferas, encinares o mixtos, en cambio, para zonas tropicales existen pocos los trabajados para México, entre ellos están los de Ruan-Soto *et al*. (2004; 2006; 2009), Morales *et al*. (2006) y Shepard *et al*. (2008) para los estados de Veracruz, Tabasco, Chiapas y Oaxaca, reportan como HCS a: *Schizophyllum commune*, *Polyporus tenuiculus*, *Auricularia polytricha*, *A. delicata*, *Pleurotus djamor* y *Daldinia concentrica*, con uso medicinal a: *Pleurotus djamor*, *Pycnoporus sanguineus*, *Schizophyllum commune*, *Auricularia polytricha*, *A. delicata*, *Coriolopsis polyzona*, *Trametes maxima* y *Hexagonia hydnoides*.

Asimismo, hay reportes de hongos con otros usos; Ruan-Soto *et al*., (2004) reporta que los habitantes de Tepa en Tabasco emplean los esporomas del género *Auricularia* como juguete[1], sin embargo, en la actualidad es poco común. Otro ejemplo con el mismo uso, los lacandones

[1] "El procedimiento es separar las membranas de la *Auricularia* y se hace una pequeña perforación, esto sirve como una bolsita o globito, después se infla y se vuelven a pegar las membranas, realizando un ruido, éste era un juguete muy conocido hace varias décadas" (Ruan-Soto *et al*., 2004).

usan a los hongos copa o *Chak ach* (*Cookenia sulcipes* y *C. tricoloma*), ellos soplan la copa y la colocan junto a la oreja para escuchar los sonidos, dicen: “al *chak ach* le soplas y oyes el viento” (Ruan-Soto *et al*., 2009).

Se ha mencionado que los HSC juegan un papel fundamental en la dieta de los pobladores y en su subsistencia por medio de la comercialización en las mismas localidades, a través de la venta directa en los mercados locales o casa por casa; en otras ocasiones, la comercialización sigue una cadena con intermediarios que trasladan el alimento a otros mercados de la región e inclusive a nivel nacional e internacional.

En el Valle de Toluca, Estado de México, en los distintos tianguis (mercadillos) se tienen registradas 34 especies de HSC y 24 vendedores de hongos (hongueros), en promedio cada uno con 10 kg, la venta se realiza en pequeños montoncitos (300 a 400 g), el costo varía dependiendo de la especie que van desde los $8 hasta $25 en 1995 (0,50€ - 1,56€ cambio al euro actual), la venta es por la mañana, la cual abre a un costo y por la tarde se remata el producto a precios más bajos y en ocasiones se realiza el trueque, lo que significa que cambian los HSC por otros productos, también se reportan la venta por medio de intermediarios en las ciudades grandes, los recolectores llegan a los mercados y ahí venden su producto a intermediarios o vendedores finales quienes compran a precios más bajos para revenderlos a otros intermediarios o a compradores finales (Mariaca *et al*., 2001).

6.2.2 Etnomicología en Michoacán

El estado de Michoacán alberga cuatro etnias en su territorio, en la Región Costa se encuentran los náhuatl, en el Oriente del Estado se ubican mazahuas y otomís y en la región montañosa del Centro y Occidente se encuentran los purépechas, estos últimos, son los de mayor representación por el número de habitantes y extensión de territorio, al mismo tiempo es el grupo con mayor información histórica, etnográfica y etnobiológica.

Existen escasos registros históricos de relación entre los hongos y los distintos pueblos indígenas del Estado, los datos recabados son sobre áreas de la lingüística y etnográfica. En la época colonial entre los siglos XVI y XVII hubo una compilación de vocablos, sobre todo

la obra de J. Benito Warren (Gilberti), *Diccionario Grande de la Lengua de Michoacán*. El diccionario incluye referencias de manuscritos coloniales y publicaciones, en dicha obra cita algunas palabras en relación con los hongos, teréqua es el nombre genérico para hongo; hongos como panachuterequa; el autor traduce como uitzata teréqua al hongo de prado, uariahperi teréqua es hongo ponzoñoso, chuhcari teréqua es el hongo de árbol y cauiagua teréqua el hongo que emborracha (Mapes *et al*., 1981; Gabany-Guerrero, 2009).

Posteriormente, Swadesh (1969) registró 14 nombres purépecha de hongos, explicando que el nombre de terékua está formado por dos partes: *teré* que significa hongo, moho, estiércol o sarro y *kua* que significa choza o casa.

Los trabajos desarrollados por Wasson, Heim, Guzmán y otros, entre 1955 y 1965 fueron un detonante para el desarrollo de la etnomicología, desde el punto de vista del uso de los hongos con fines ceremoniales, este mismo impacto tuvo el trabajo de Mapes *et al*. (1981), con el estudio de hongos silvestres comestibles en la Cuenca del Lago de Pátzcuaro.

Entre las principales contribuciones, destacan que los habitantes identifican a los hongos como grupo distinto a las plantas y animales e identifican no solo especies comestibles, lo que deriva en una clasificación tradicional de los hongos en relación a caracteres macroscópicos y usos, esta clasificación purépecha etnomicológica se encuentra formada por 12 grupos en 3 clases generales:

- Carnosos, con costillas (o láminas) debajo de la espalda (o sombrero); (orden Agaricales).
- Carnosos, con poros debajo de la espalda o sombrero; (orden Boletales).
- Carnosos sin costillas ni poros, duros o gelatinosos; (grupo heterogéneo de hongos).

Además, recopilaron 99 nombres populares, 53 correspondieron a la lengua purépecha y el resto al castellano; recolectaron más de 600 especímenes pertenecientes a 134 especies, procedentes de 21 localidades de la región. De las 134 especies, 43 son comestibles, alrededor de 20 son venenosas, cinco medicinales y el resto no tiene ninguna aplicación para los purépechas.

En el mismo trabajo, los autores mencionan sin mucho detalle, el descubrimiento de una figura de 35 x 27 mm, tallada en piedra basáltica en la zona arqueológica de las Yácataz de Tzintzuntzan, en la Cuenca de Pátzcuaro. El hongo de piedra representa la fase juvenil del basidioma de *Amanita muscaria* y una calavera en la parte posterior; asumiendo que posiblemente los antiguos residentes de la zona lo usaban y por tanto conocían o tenían contacto de alguna manera con estos hongos (Mapes *et al*., 1981).

Los mazahua son el segundo grupo étnico en importancia por número de habitantes en Michoacán, históricamente se ubican en la región central de México. Según los datos del INEGI para 2005, se estima que existen 111840 personas, el principal núcleo de concentración se ubica entre las entidades federativas de Michoacán (3,1%) y Estado de México (85,4%), en su conjunto alberga el 88,5%, los pueblos donde habitan se localizan dentro de la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca.

En relación al conocimiento micológico del pueblo mazahua, Farfán *et al*. (2007), realizaron un estudio etnobotánico en la comunidad de Francisco Serrato, municipio de Zitácuaro, reportan el uso de 213 plantas y 31 especies de HSC, los autores hacen énfasis en el término que usan para definir a los hongos que es *cjoójo* y usan un segundo término para definir a las especies comestibles, por ejemplo *Amanita caesarea* es llamado kishimocjoójó que significa hongo de tomate, los jóvenes usan el término cjé que puede ser una contracción de cjoójo como en el caso de *Lactarius indigo* llamado cjeb'atsiji o hongo azul.

Otro trabajo para la región mazahua, se desarrolló en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Mariposa Monarca en la comunidad de Nicolás Romero en el municipio de Zitácuaro (Gómez Reyes *et al*., 2005), los autores reportan 42 especies de hongos silvestres comestibles, de las cuales 23 especies son consumidas en la comunidad y 10 son comercializadas en mercados locales de la ciudad de Zitácuaro.

Por otro lado, Jaime-Sánchez (2007), investigó varios casos de micetismos faloidianos en varias localidades de origen mazahua del oriente de Michoacán, reporta y describe cinco

casos clínicos de envenenamientos mortales, resalta que la mayoría de los niños de las comunidades estudiadas no conocen los hongos silvestres comestibles que crecen en sus bosques.

En relación a los trabajos citados, la riqueza del conocimiento de los distintos grupos étnicos y mestizos del estado de Michoacán es elevada, existen muchos vacíos de información en grupos de menor representación en la entidad, además, en general se observa una acelerada pérdida del conocimiento etnobiológico.

6.3 Objetivos

6.3.1 Objetivo general

- Documentar el conocimiento tradicional del uso de los hongos silvestres comestibles en la comunidad indígena de Capácuaro, municipio de Uruapan, Michoacán, México.

6.3.2 Objetivos específicos

- Determinar taxonómicamente los hongos silvestres comestibles con los respectivos nombres comunes que se consumen y comercializan en la comunidad indígena de Capácuaro.

- Describir el proceso de comercialización que ocurre con la venta de hongos silvestres comestibles en Capácuaro.

- Realizar un diagnóstico sobre la importancia cultural de los hongos silvestres comestibles en la comunidad.

6.4 Área de estudio

6.4.1 Descripción física y biótica

La localidad de Capácuaro pertenece al municipio de Uruapan en el estado de Michoacán de Ocampo, se ubica a 15 km al norte de la cabecera municipal en las coordenadas 19°32,7’ de latitud norte y 102º03,1’ de longitud oeste, a una altitud de 2240 m (ver Figura 6.3).

La palabra Capácuaro proviene del purépecha “Kúpekuarhu”, que significa “lugar de encuentro”.

Figura 6.3. Ubicación geográfica de la comunidad indígena de Capácuaro.

La Región de la Meseta Purépecha es una zona prioritaria de conservación, debido a que alberga la mayor cobertura de bosques templados en el Estado y toda la biodiversidad que implica, son zonas de recarga de mantos acuíferos que emergen en las zonas de tierra caliente y el bajío, donde sin ellos la agricultura y ganadería serían actividades casi imposible de realizar.

La cobertura vegetal es similar a la que predomina en la Región de la Meseta Purépecha, el bosque de pino compuesto por *Pinus douglasiana, P. leiophylla, P. pseudostrobus*, en asociación con *Arbutus xalapensis* y *Crataegus pubescens* en el estrato arbóreo, así como *Baccharis conferta, B. heterophylla*, *Senecio salignus, Erithryna breviflora* y *Datura stramonium* en el estrato arbustivo, mientras que en el estrato herbáceo *Phytolacca icosandra, Salvia lavanduloides, Lopezia racemosa, Sida rhombifolia* y *Crucea rubiaceae* constituyen las especies más conspicuas.

En cuanto a la fauna, la literatura reporta 43 especies de mamíferos, destacando 13 *Cricetidos* (roedores), de los géneros *Sigmodon* y *Microtus;* 15 mamíferos medianos entre los que destacan el *Sylvilagus* sp. (conejo), *Sciurus aureogaster* (ardilla), *Dasypus novemcinctus* (armadillo) y *Didelphis marsupialis* (tlacuache); 12 especies de quirópteros de los géneros *Sturnira, Leptonycteris,* además de tres especies de tuzas de los géneros *Pappogeomys* y *Zygogeomis* (Chávez-León y Zaragoza, 2009).

La región fisiográfica en la que se ubica la comunidad de Capácuaro es la denominada Faja Volcánica Transmexicana, que se caracteriza por su vulcanismo reciente, el poblado se ubica a 2240 m, mientras que en la región se encuentra dominada por algunas elevaciones, entre las que se pueden mencionar: el Cerro Tzintzunzagua se ubica al norte de la población con 2480 m, al este el cerro denominado el Aire con 2440 m, al oeste los cerros Tarengo y Santa Cruz con 2380 y 2400 m de altitud, respectivamente.

Las rocas existentes en la zona son basaltos y brechas volcánicas-basálticas. El suelo es de origen volcánico de tipo andosol, son suelos jóvenes derivados de cenizas volcánicas, lo cual marca su eminente vocación forestal, sin embargo, sustentan extensas extensiones de aguacate.

En la región de Capácuaro existe una compleja red de corrientes intermitentes enmarcadas en el área de la Región Hidrográfica Número 18-6 (Balsas), la Cuenca Río Balsas y la Subcuenca Río Tepalcatepec. El área de estudio no presenta corrientes superficiales permanentes, por lo que el área desempeña la función de captación. Aproximadamente a un

kilómetro al norte del área se localiza un acueducto que abastece de agua potable a poblados y rancherías aledañas y al oeste existen otros acueductos, cuyas aguas son utilizadas para el riego de huertos frutícolas.

De acuerdo con la clasificación climática de Köpen, el clima de la región se representa con la siguiente fórmula: C (w2) (w) b(i1)g que se describe como el más húmedo de los templados, con lluvias en verano, verano fresco y largo con oscilación de la temperatura entre 5°C y 7°C.

6.4.2 Perfil socio-demográfico

De acuerdo al Conteo de Población y Vivienda 2010 del INEGI, Capácuaro cuenta con una población de 7424 habitantes que residen en esta localidad, de los cuales 3691 corresponde a población masculina y 3733 a población femenina, y solo el 50,45% son personas mayores de edad (18 años). Respecto a la migración, solo 16 personas vivían en los Estados Unidos de Norteamérica en el año 2010 (INEGI, 2010).

El 81,8% de la población tiene derecho a recibir servicios médicos en alguna institución pública o privada, principalmente en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

El 18,8% de la población mayor de 15 años no saben leer ni escribir, de los cuales el 30% son hombres y el 70% son mujeres, con un promedio de escolaridad de 5 a 11 años. Para la educación básica existen planteles de Preescolar, Primaria, Secundaria, y un Colegio de Bachilleres para el nivel Medio Superior.

La localidad de Capácuaro cuenta con 1072 viviendas edificadas de las cuales solo el 85,4% cuentan con el servicio de agua entubada de la red pública. El 75% por ciento son viviendas propias, predominan las construcciones de tabique, seguida en menor proporción por adobe, lámina de cartón y otros materiales.

La lengua indígena que se habla en Capácuaro es el Purépecha y de acuerdo al Censo General de Población y Vivienda (INEGI, 2010), habitan 5761 personas que hablan lengua indígena

y castellano lo que representa el 85,49% del total de la población, de los cuales el 49,76% son hombres y 50,23% son mujeres, mientras que 398 personas solo hablan lengua indígena.

La principal actividad en la región es la explotación forestal, la Región Meseta Purépecha tiene el 11,18% de las autorizaciones del aprovechamiento forestal estatal que corresponde a 259 mil ha en el periodo 1993-2010, no obstante, en la región existen problemas como la tala en predios sin autorización de aprovechamiento, industrias de aserrío y talleres artesanales que operan sin registro y lo cual ha sido objeto de fuertes enfrentamientos en la región entre la autoridad y las comunidades (COFOM, 2001). Mientras que la agricultura es de subsistencia con la producción de maíz y frijol y de manera más extensiva la producción de aguacate y café.

Otras actividades económicas de menor importancia se encuentra la cría ganado bovino, porcino, caprino, equino, avícola y abejas, además de la presencia de micro-industrias familiares para la fabricación de muebles de madera.

6.5 Materiales y métodos

El trabajo de investigación se realizó en varias etapas y se aplicaron diferentes técnicas de investigación como: talleres participativos, encuestas, entrevistas y trabajo de recolecta y determinación taxonómica de las especies de hongos silvestres comestibles (HSC).

6.5.1 Recolecta de información etnomicológica

6.5.1.1 Los talleres participativos

Para poder tener la mayor participación de la población, se realizaron dos talleres participativos en el salón de usos múltiples de la comunidad indígena de Capácuaro, se convocó a toda persona interesada en participar y aportar información. El primer taller se realizó en febrero de 2010 y se tuvo una afluencia de 25 personas de ambos sexos, diferentes edades y actividades socioeconómicas, mientras que en el segundo taller, se realizó en el mes de diciembre de 2010 donde se reunieron 16 personas.

El objetivo del primer taller fue dar a conocer el proyecto y actividades a realizar, además se obtuvo información general del conocimiento etnomicológico. Asimismo, se registraron los nombres de personas asistentes y se les preguntó por personas que no se encontraban y que fueran importantes para entrevistar (informantes clave), así como aquellas que se dedican a la venta de HSC.

Durante el taller se explicaron varios aspectos de los hongos y se mostraron una serie de imágenes de especies comestibles reportadas en los trabajos de Mapes *et al*. (1981), Díaz-Barriga (1992), Gómez-Peralta *et al*., (2007) y Torres (2008), con la finalidad de tener un primer acercamiento al conocimiento etnomicológico. Asimismo, se les mostró cartografía del lugar para identificar sitios de recolecta, con el propósito de visitar posteriormente los sitios indicados y recolectar las especies para su determinación taxonómica.

El segundo taller tuvo como objetivo exponer los resultados de todo el trabajo realizado, encuestas, entrevistas, visitas al mercado local, el trabajo de recolecta y determinación de

especies, con el objeto de cotejar y validar la información obtenida de las entrevistas y encuestas.

6.5.1.2 Encuestas

Se aplicaron 400 encuestas (ver Anexo 6.1), el cuestionario aplicado ha sido utilizado con éxito en otros trabajos etnomicológicos como los de Zamora (2006), Gómez-Peralta *et al*. (2007) y Torres (2008); el diseño para aplicar las encuestas consistió en dividir a la comunidad en cuatro sectores, utilizando las calles principales, y se aplicaron 100 encuestas en cada sector, para las entrevistas se capacitó un grupo de 15 estudiantes de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo quienes apoyaron en la actividad.

La cantidad de entrevistas aplicadas estuvo en función de tamaño óptimo de muestra para obtener los datos con un nivel de confiabilidad adecuado. En este caso, por tamaño de la muestra se refiere al número de personas adultas dentro de la comunidad que aprovechan hongos silvestres comestibles.

El tamaño adecuado de la muestra para una encuesta relativa a la población está determinado en gran medida por tres factores: i) prevalencia estimada de la variable considerada (en este caso, personas adultas que aprovechan hongos silvestres comestibles ya sea para autoconsumo o venta); ii) nivel deseado de fiabilidad; y iii) margen de error aceptable.

El tamaño de la muestra para un diseño de encuesta basado en una muestra aleatoria simple, puede calcularse mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{t^2 p(1-p)}{m^2}$$

Donde:
n = Tamaño de la muestra requerido
t = Nivel de fiabilidad de 95% (valor estándar de 1,96)
p = Prevalencia estimada de personas que aprovechan hongos silvestres comestibles
m = Margen de error de 5% (valor estándar de 0,05)

6.5.1.3 Entrevistas

Para el presente trabajo se realizaron siete entrevistas no estructuradas a informantes clave, quienes fueron seleccionados por que se dedican a la venta de HSC o son adultos mayores con conomiento de los HSC y que no asistieron a los talleres.

En el caso de las personas que se dedican a la venta de HSC, cuatro de ellas no pertenecen a la comunidad de Capácuaro, solo van los días de tianguis[2] a vender los HSC, dos más son originarios de la comunidad y ofrecen el producto casa por casa o por previo encargo. La séptima persona entrevistada es un adulto mayor de 80 años, según varias personas, la señalaron como quien más sabe de los HSC en la comunidad.

Para generar un ambiente de confianza, todas las entrevistas se iniciaron con la presentación del proyecto y del entrevistador, se hizo hincapié en que la información obtenida solo sería utilizada con fines académicos y sus nombres serían confidenciales.

Las preguntas iban encaminadas, principalmente, a la comercialización de los HSC, conocer las especies que se comercializan, precios, la demanda que tiene de los HSC, los lugares de recolecta y las cantidades. Aunque se tenía un formato general, el orden de las preguntas no fue el mismo en todos los casos, debido a que las entrevistas se fueron desarrollando conforme a las respuestas del entrevistado (ver Figura 6.4).

[2] Es un mercado tradicional que ha existido en Mesoamérica desde época prehispánica, se ubican de manera semifija en calles y plazas de las comunidades donde se ofrecen productos regionales, una característica particular de algunos tianguis en comunidades indígenas es el trueque <intercambio> como forma de adquirir los productos.

Figura 6.4. Entrevista a informante clave en el bosque de Capácuaro, Michoacán.

Al final de la entrevista, se preguntó sobre la posibilidad de poder realizar una visita al campo con ellos, para conocer los sitios donde recolectan y conocer la actividad específica que realizan en esos lugares, de las seis personas entrevistadas que se dedican a la venta de HSC, solo una persona accedió a salir a buscar hongos al campo.

6.5.2 Recolecta de hongos

Para la recolecta de hongos, se realizaron ocho salidas al campo con diferentes personas (guías) de la comunidad de Capácuaro, los acompañantes fueron seleccionados a partir de los talleres y entrevistas. La recolecta se realizó en los sitios donde los guías suelen realizar la recogida de HSC, nos percatamos que durante los recorridos, a su vez realizan otras actividades propias del campo, como: la agricultura, ganadería y la recolecta de resina.

Las visitas se realizaron durante los meses de julio, agosto y septiembre. La recolecta, registro de información, registro fotográfico y herborización se realizaron siguiendo la propuesta de Cifuentes *et al*. (1986) y Halling (1996), posteriormente los ejemplares se depositaron en la colección de macromicetos del Herbario EBUM de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, siglas de acuerdo al *Index herbariorum*) (Thiers, 2011).

Para la determinación taxonómica del material se consultó bibliografía especializada, diversas claves taxonómicas, monografías, principalmente las obras de Hesler y Smith (1979), Halling (1983), Jenkins (1986), Singer *et al*. (1990, 1991 y 1992), Arora (1986), Llamas y Terrón (2003), Bessett *et al*. (1997) entre otras, considerando caracteres morfológicos macro y microscópicos según Largent *et al*. (1984).

El arreglo sistemático de las especies se basó en la clasificación propuesta por Kirk *et al*. (2008), mientras que para los nombres científicos y autores para cada una de las especies se consultó el *Index fungorum*.

Para documentar los nombres tradicionales de los HSC en la comunidad indígena de Capácuaro, se contó con el apoyo de dos profesores bilingües de la escuela primaria de la región; Job Cuenete Oliva de la comunidad de Arantepacua y Rosa González Tapia, de la comunidad de Capácuaro.

6.5.3 Valor de importancia cultural etnomicológica

La significancia cultural de un organismo se ha definido como la importancia del rol que juega dentro de una cultura particular (Hunn, 1982). Se han utilizado distintas variables o elaborado diversos índices que miden la significancia cultural, cada índice es elaborado por el investigador en función del grupo biológico y de los objetivos establecidos.

Los índices de valor de importancia cultural etnomicológica han sido utilizados por Montoya *et al*. (2004), Garibay-Orijel *et al*. (2006) y Estrada *et al*. (2009), quienes han considerado

desde la frecuencia de mención de una determinada especie, hasta la elaboración de índices conformados por variables diseñadas por el autor.

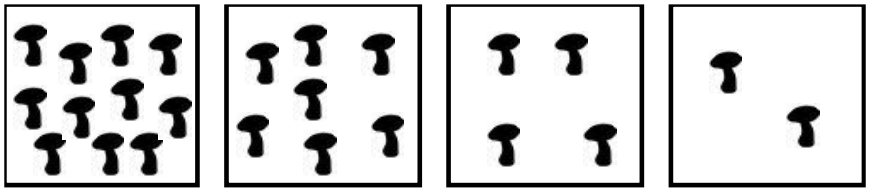
Para el presente trabajo, se integró el índice de importancia cultural etnomicológica (IICE), considerando tres aspectos: la frecuencia de mención (FM), la abundancia percibida (AP) y el precio de venta (PV):

IICE: FM+AP+PV

Donde:
IICE: es el índice de importancia cultural etnomicológico, definiéndose como la sumatoria de la frecuencia de mención, más la abundancia percibida por los guías y recolectores más el precio de venta.

FM: es la frecuencia de mención de los HSC, es el valor numérico que se obtuvo a partir de las 400 entrevistas aplicadas, cada valor se transformó en escala de 0-10.

AP: es la abundancia percibida, la información se obtuvo del trabajo de campo con los guías y personas que se dedican a la recolecta de HSC con fines comerciales y autoconsumo, en cada punto donde se encontraron las especies HSC o los sitios donde suelen recolectar (aunque no se hayan encontrado), se les preguntó la abundancia en el sitio en relación a los siguientes esquemas, asignándole el valor de cada categoría. Para cada especie se obtuvo el promedio de acuerdo a los valores otorgados por los guías en cada sitio de recolecta.



Abundante	Frecuente	Escaso	Raro
10	7	4	1

PV: el precio de venta, el cual parte del supuesto de que el precio de venta de los HSC se encuentra regulado por la oferta y demanda del producto, se decidió categorizar de la siguiente manera:

Las especies que se comercializan (valor de la categoría):

a) Por kilogramo (10)
b) Por pieza (7)
c) Por crecimiento fasciculado (4)
d) Por montoncito (1)

6.6 Resultados

6.6.1 Riqueza de especies y nombres tradicionales

Se registran 23 especies de hongos silvestres comestibles (HSC), de las cuales, cuatro corresponden al Phyllum Ascomycota y 19 a Basidiomycota, en cuanto a su forma de vida, 11 son especies que forman ectomicorrizas, principalmente con árboles de los géneros *Pinus* y *Quercus*, nueve son saprófitos en bosques de pino-encino y dos son parásitas, *Hypomyces* y *Ustilago*, la primera es parásita del género *Russula*, y la segunda es parásita de la mazorca de maíz tierno (ver Tabla 6.1).

Figura 6.5. Trabajo de campo en el cerro Tzintzunzagua de la comunidad de Capácuaro, municipio de Uruapan, Michoacán, México.

En relación a la nomenclatura tradicional de las especies registradas, se documentan 13 nombres comunes, 12 en purépecha, usando la clasificación tradicional binomial o simple, mientras que una especie presenta una combinación en castellano-purépecha (ver Tabla 6.1).

Tabla 6.1. Especies de hongos silvestres comestibles que se consumen en la comunidad indígena de Capácuaro, Uruapan, Michoacán. F (Forma de vida): M= micorrízico; S= saprobio; P= parásito; S (Sustrato): T= terrícola; H= humícola; L= lignícola; E= esporoma; O=otro.

Familia	Especie	Nombre común	F	S
Hypocreaceae	*Hypomyces lactifluorum* (Schwein.) Tul. & C. Tul.	Chalámaxi	P	E
	Hypomyces macrosporus Seaver	Chalámaxi	P	E
Helvellaceae	*Helvella crispa* (Scop.) Fr.	Xiráta anhantsi	S	T
	Helvella lacunosa Afzel.	Xiráta anhantsi	S	T
Agaricaceae	*Agaricus campestris* L.	Tonolokua	S	H
	Macrolepiota procera (Scop.) Singer	Gavilán terekua	S	T
	Calvatia cyathiformis (Bosc) Morgan	Tantalantzi	S	H
	Lycoperdon perlatum Pers.	Tantalantzi	M	T
Amanitaceae	*Amanita caesarea* (Scop.) Pers.	Kukúchicua	M	T
Tricholomataceae	*Clitocybe gibba* (Pers.) P. Kumm.	Cutzicua terekua	S	T
Lyophyllaceae	*Lyophyllum aff. decastes* (Fr.) Singer	Paxakua	S	H
	Lyophyllun aff. loricatum (Fr.) Kühner ex Kalamees	Paxakua	S	H
Polyporaceae	*Neolentinus lepideus* (Fr.) Redhead & Ginns	Ialini terekua	S	L
Hydnanginaceae	*Laccaria amethystina* Cooke	Tsítipikua	M	T
	Laccaria bicolor (Mre.) Orton	Tsítipikua	M	T
	Laccaria laccata (Scop.) Cooke	Tsítipikua	M	T
Pleurotaceae	*Pleurotus dryinus* (Pers.) P. Kumm.	Ialin terekua	S	L
Boletaceae	*Boletus pinophilus* Pilát & Dermek	Panándukua	M	T
	Boletus reticulatus Schaeff.	Panándukua	M	T
Gomphaceae	*Ramaria botrytis* (Pers.) Ricken	Kuini janchiri	M	T
	Ramaria flava (Pers.) Ricken	Kuini janchiri	M	T
	Ramaria flavigelatinosa Marr & D.E. Stuntz	Kuini janchiri	M	T
Ustilaginaceae	*Ustilago maydis* (DC.) Corda	Xindiki	P	O

Los nombres hacen referencia básicamente a la forma o a alguna característica del hongo (esporoma) que facilite la identificación y transferencia del conocimiento a las futuras generaciones, por ejemplo, las dos especies de *Helvella* registradas, reciben el nombre de "Xiráta anhantsi", hace referencia al ascoma lobulado y que al ser golpeado se observan las esporas "polvito", por lo que no hacen diferencia entre el color del ascoma de *H. crispa* y *H. lacunosa*, así que ambas especies reciben el mismo nombre.

En pocos casos, un nombre común corresponde a una sola especie, por ejemplo, Kukúchicua corresponde a *Amanita caesarea*, sin embargo, en la mayoría de los HSC existe una relación entre un nombre común con más de una especie, Chalámaxi o trompa de puerco como también suele denominarse, corresponde a dos especies que son *Hypomyces lactifluorum* e *Hypomyces macrosporus*. Morfológicamente son muy similares, sin embargo, se distinguen fácilmente por el color que presenta el ascoma, la primera de ellas es de color naranja y muy abundante, por otro lado, la segunda especie es de color café y poco abundante.

Al igual que en otras comunidades de origen purépecha, el nombre genérico que se asigna a los hongos (esporomas) es "terékua", cuyo significado en la comunidad es formación de la pudrición del bosque o suelo, para todos los hongos que no son útiles o que consideran tóxicos o "hongos malos" reciben el nombre de "jeramba terekua" o simplemente "jeramba".

Además de utilizar el término "jeramba" de manera general para todas las especies tóxicas o no comestibles, también es usado para indicar cuando una especie es similar a una comestible y pueda haber confusión, para lo cual usan el nombre del HSC y posteriormente se señala "jeramba", por ejemplo, el nombre de *Amanita caesarea* es Kukúchicua ó Kukúchicua terekua y para diferenciar de *Amanita muscaria* la denominan como Kukúchicua jeramba.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana que enlista las especies en riesgo, NOM-059-SEMARNAT-2010, de las especies que se reportan en el presente trabajo, ninguna de ellas está incluida en la norma, sin embargo, hay que considerar que localmente el recurso micológico se encuentra amenazado. La principal causa es la destrucción del hábitat, fundamentado por los pobladores de la comunidad quienes han detectado la disminución de HSC.

6.6.2 Importancia cultural de los hongos silvestres comestibles

6.6.2.1 De los informantes

Todos los informantes encuestados son mayores de edad (18 años), agrupándose en tres categorías, 1) entre 18 y 29 años, corresponden el 23,5% (94 personas); 2) son personas que tienen entre 30 y 50 años, corresponde el 42,5% (170 personas); y 3) mayores de 51 años corresponde el 34% (136 personas), en esta última categoría la persona de mayor edad encuestada fue de 86 años. De las 400 personas entrevistadas el 30,9% correspondió a hombres, y el 69,1% son mujeres.

El grado escolar de las personas encuestadas es variado, y se agruparon en las siguientes categorías: a) primaria incompleta el 20,5%; b) primaria terminada el 28,5%; c) secundaria incompleta o terminada el 32%; d) nivel medio superior incompleto o terminado un 13,5%, y e) nivel superior incompleto o terminado el 5,5%.

La ocupación de los informantes es diversa, para el análisis se agruparon en las siguientes categorías: a) actividades del hogar y empleada doméstica, representó el 58,3%; b) campesino y jornalero correspondió al 18,4%; c) servicios con el 20,9%, agrupa las siguientes actividades; carpintero, comerciante, empacador, chofer, músico, herrero, venta de cosméticos, venta tierra de encino y piedra para construcción; y d) estudiante con el 2,7%.

6.6.2.2 Conocimiento etnomicológico

Los HSC representan un recurso con alto valor cultural entre los habitantes de la comunidad indígena de Capácuaro, de acuerdo con los datos recabados y del análisis de las encuestas, cuyas preguntas van dirigidas a conocer la importancia de los HSC.

Así, con base en el análisis obtenido se encontró que el 100% de las personas conocen los HSC, en tanto que un 93,5% de ellos mencionaron que consumen los HSC, por otro lado, el 6,5% mencionó que los conoce, no los come pero sabe que en la comunidad se acostumbra consumirlos.

El conocimiento que existe sobre los HSC es evidente, del 93,5% de las personas que aseguraron consumir hongos, el 79,3% mencionó que los recolectan en campo, mientras que

el 18,6% mencionó ir al campo y comprar los hongos, y por último, el 2,1% de las personas entrevistadas dijeron que sólo los compran en la plaza del pueblo.

Los nombres de los HSC más mencionado fueron: “Paxakua” (*Lyophyllum decastes* y *L. loricatum*) lo mencionaron el 91,7% de las personas entrevistadas; la segunda en importancia fue “Kuini janchiri” (*Ramaria* spp.) con el 79,1%; en tercer y cuarto lugar se registraron a “Tsítipikua” y “Chalámaxi” con 67,9% cada una, “Kukúchicua” (*Amanita caesarea*) fue mencionada por el 59,35% de las personas y con el 47,84% a “Panandukua” (*Boletus* spp.); el resto de los nombres registrados tuvieron menos del 20% de las menciones (ver Figura 6.6).

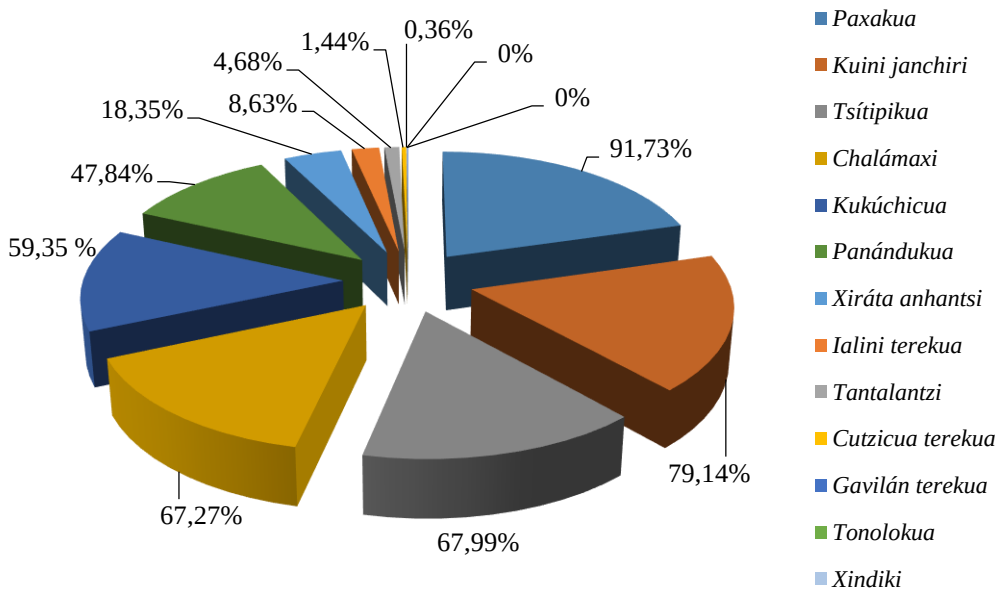


Figura 6.6. Porcentaje del numero de menciones de los HSC realizadas por personas de la comunidad de Capacuaro.

Los HSC llamados “Tonolokua” (*Agaricus campestris*) y “Xindiki” (*Ustilago maydis*) que aparecen con un porcentaje de cero, se debe a que durante la realización de las entrevistas no fueron mencionadas, la información de estas especies se obtuvo durante el segundo taller participativo.

Para conocer la forma de adquirir el conocimiento, se les preguntó: ¿Quién les enseña a identificarlos?, registrándose los resultados de la siguiente manera:

1. Un 78,2% contestó que los papás o abuelos;
2. En tanto que, 6,7% destacó que las personas de mayor edad, pero sin precisar parentesco;
3. El 10,8% no sabe identificarlos;
4. Por su parte, el 2,9% mencionaron que el conocimiento es del pueblo, o que todos lo saben;
5. El 0,7% comentó que un hermano lo enseñaba;
6. Y solo el 0,7% a quienes se los compran.

Los datos indican que la familia es la principal fuente de transmisión del conocimiento, y quienes enseñan a identificarlos son los papás y abuelos con el 78,2% de las menciones; lo anterior apoya que la figura masculina (papá o abuelo) juega un rol importante para el uso y conocimiento de los HSC, por otro lado, se registra con solo el 2,7% a la mamá o abuela y, el resto mencionó que ambos son quienes se encargan de enseñar.

Con lo anterior, se relacionó quién o quiénes son las personas que recolectan los HSC en la familia, destacando los hombres con un 54%, mientras que solo 1,4% son las mujeres; en el caso de ambos (hombres y mujeres), se registró un 18,3%, sin saber quién los recolecta o los compran se tiene el 9,4%; otra respuesta fue las personas de mayor edad los recolecta con el 7,9% y con el mismo porcentaje toda la familia; por último, los niños con solo el 0,7%.

Así, las personas definieron las características que consideran para identificar a los HSC, con ello, se pueden considerar tres, a saber: 1) la forma, olor y el color, siendo el 64,4% de los entrevistados; 2) mientras que, un 12,2% señalaron que por la experiencia; 3) finalmente, hay personas que con una sola característica los definen, como el olor contestando a ello el 7,9%, el color lo comentaron el 9,3% y el 6,5% de las personas indicó que la forma.

Figura 6.7. Selección y limpieza de Cutzicua terekua (*Clitocybe gibba*) por una familia de la comunidad indígena de Capácuaro. Esta actividad además sirve de enseñanza del conocimiento de los HSC a los hijos. Foto de Nuria Rodríguez Rojas.

6.6.3 Abundancia percibida durante los recorridos en campo

El trabajo de campo se efectuó realizando recorridos conjuntamente con guías de la comunidad a las siguientes localidades: Parque Estatal de Capácuaro, Tzintzunzagua, El Aire, Tarengo y Santa Cruz. Además, se compraron en el mercado local los HSC que no fueron recolectados en campo para su posterior determinación.

Durante los recorridos, se preguntó a los guías sobre la abundancia de las especies que se registraron en campo mediante las imágenes antes descritas. Debido a que se visitó más de un sitio con más de un guía, en cada sitio podría variar la abundancia percibida. De esa forma se adquirió el promedio de las menciones obtenidas para cada HSC (ver Tabla 6.2).

Tabla 6.2. Promedio de la abundancia percibida por los guías durante el trabajo de campo. Nota explicativa: Las categorías que se usaron fueron: 10 es abundante, siete frecuente, cinco escaso y uno raro. Las especies que tienen cero de abundancia percibida es que no se encuentran en los sitios que se visitaron o solo se venden en el mercado local.

Nombre tradicional	Nombre científico	Abundancia percibida
Tsítipikua	*Laccaria amethystina, L. bicolor, L. laccata*	9,6
Paxakua	*Lyophyllum decastes, Lyophyllun loricatum*	9
Cutzicua terekua	*Clitocybe gibba*	6,2
Xiráta anhantsi	*Helvella crispa, H. lacunosa*	5,7
Tantalantzi	*Calvatia cyathiformis, Lycoperdon perlatum*	5,1
Chalámaxi	*Hypomyces lactifluorum, H. macrosporus*	5
Kuini janchiri	*Ramaria botrytis, R. flava, R. flavigelatinosa*	4,8
Kukúchicua	*Amanita caesarea*	4,4
Gavilán terekua	*Macrolepiota procera*	4
Panándukua	*Boletus reticulatus, B. pinophillus*	3,1
Ialini terekua	*Pleurotus dryinus, Neolentinus lepideus*	2,5
Xindiki	*Ustilago maydis*	0
Tonolocua	*Agaricus campestris*	0

De acuerdo con los datos anteriores, el grupo de las especies del género *Laccaria* y *Lyophyllum* son las que se perciben como más abundantes, durante el recorrido no se mencionaron a *Ustilago maydis* y *Agaricus campestris*, estas especies se incluyeron posteriormente, durante el desarrollo del segundo taller.

6.6.4 Comercialización de los Hongos Silvestres Comestibles

Con base en la información obtenida de las entrevistas a profundidad se pudo encontrar que en la comunidad de Capácuaro la comercialización de los hongos silvestres comestible (HSC) se realiza de dos maneras, la primera de ellas es la venta casa por casa y la segunda es la venta en la plaza o calle principal de la comunidad.

Figura 6.8. Venta de hongos en la comunidad de Capácuaro. Se observa el hongo llamado *Kuini janchiri* que involucra al menos tres especies del género *Ramaria*.

La comercialización de los HSC "casa por casa" es realizada por personas de la misma comunidad, para quienes es una actividad complementaria a otras actividades cotidianas. Con base en las entrevistas a dos familias que realizan la venta de HSC se encontró que: la recolecta de los hongos es por la mañana y en algunas ocasiones desde un día anterior a la venta, dicen: "…debemos salir antes que salga el sol, porque salen muchas personas a buscar HSC", el recorrido que realizan es de 4 a 5 horas con bolsas, botes o cubetas, los sitios que suelen visitar son distintos y dependen de la especie que se vaya a buscar, mencionan que: "…no todos los hongos salen en todos lados, ni salen los mismos hongos y cantidades". La cantidad de recolecta es variable, en promedio indicaron que recolectan entre 15 y 20 kg por salida y recolectan de 3 a 5 especies de HSC.

Posteriormente se realiza una preselección de ellos, por lo general la familia se queda con algunos para autoconsumo y el resto es destinado a la venta, las mujeres y los niños de la familia son los encargados de salir a realizar la venta, ellos ya saben quién les compra los HSC y son a las primeras personas a quienes se les ofrece el producto, en caso de no venderlos

se ofrecen a otras familias, los entrevistados indicaron que en ocasiones van a buscarlos para saber si tienen hongos en venta o encargar desde un día anterior.

La segunda estrategia de comercialización de HSC es la venta directa en la plaza principal del pueblo, las personas que se dedican a esta actividad provienen de otras comunidades aledañas como: San Lorenzo, Quinceo, Arantepacua y Paracho, explican las personas entrevistadas, que ahí convergen una gran cantidad de venderores de muchas comunidades cercanas, debido a que Capácuaro es una localidad de transito vehicular hacia ciudades como Uruapan, Zamora y Los Reyes, por tal motivo, los compradores ya conocen que en ese lugar van encontrar productos del monte, como los HSC, que no se comercializan en las ciudades.

Además de los HSC, se venden otros productos como plantas medicinales, tierra de monte, fruta de la temporada como durazno, manzana, zarzamora, tejocote, etc., al no ser personas de la comunidad, la venta no la realizan todos los días, sólo los jueves, sábados y domingos de cada semana (ver Figura 6.9).

La cantidad a vender varía de la especie de HSC, pero suelen llevar entre 20 a 40 kg. Los precios fluctuan dependiendo de la especie y de la hora de venta durante el día, por ejemplo, en la mañana los precios son más elevados que al finalizar la jornada del día. La venta se realiza por "montoncito", es decir, las especies que presentan tamaños pequeños a medianos se agrupan formando conjuntos de 250 g a 400 g, el costo varia entre $10,00 a $30,00[3] (0,62€ a 1,87€), las especies que se venden de esta forma son: *Helvella crispa*, *H. lacunosa*, *Agaricus campestris*, *Clitocybe gibba*, *Laccaria amethystina*, *L. bicolor* y *L. laccata*.

Por otro lado, las Paxakuas (*Lyophyllum decastes* y *L. loricatum*) y Kuini janchiri (*Ramaria botrytis*, *R. flava*, *R. flavigelatinosa*) por presentar un crecimiento fasciculado, se venden entre $30,00 y $40,00 (1,87€ a 2,5€), otras especies se venden por kilogramo como el caso de Kukúchicua (*Amanita caesarea*) y Chalamaxi (*Hypomyces lactifluorum*, *H. macrosporus*) con un costo de $50,00 a $60,00 (3,12€ a 3,75€), y en el caso de Panándukua (*Boletus* spp.),

[3] Cambio de divisa 1€ = $16,00 pesos mexicanos.

Ialin terekua (*Neolentinus lepideus*, *Pleurotus dryinus*) y Xindiki (*Ustilago maydis*) se ofrecen por pieza y el costo varía del tamaño, entre los $10,00 a $20,00 (0,62€ a 1,25€).

Figura 6.9. Comercialización de Kuini janchiri (*Ramaria* spp.) en Capácuaro.

6.6.5 Índice de Importancia Cultural Etnomicológica

Como se mencionó anteriormente, la significancia cultural de un organismo se ha definido como la importancia del rol que juega dentro de una cultura particular (Hunn, 1982), para medir la importancia de las diferentes especies se elaboró un Índice de Importancia Cultural Etnomicológica (IICE), considerando tres aspectos: la frecuencia de mención (FM), abundancia percibida (AP) y precio de venta (PV), en la Tabla 6.3 se muestran los valores del IICE.

De acuerdo al IICE, las especies de mayor importancia son: Paxacuas (*Lyophyllum decastes* y *L. loricatum*), Chalamaxi (*Hypomyces lactifluorum* y *H. macrosporus*) y Kukúchicua (*Amanita caesarea*), este grupo obtuvo más de 20 puntos de 30 posibles.

Tabla 6.3. Valor del Índice de Importancia Cultural Etnomicológica para cada una de las especies registradas en la localidad de Capácuaro.

Nombre tradicional	Nombre científico	FM	AP	PV	IICE
Paxakua	*Lyophyllum decastes* *L. loricatum*	9,1	9	4	22,1
Chalámaxi	*Hypomyces lactifluorum* *H. macrosporus*	6,7	5	10	21,7
Kukúchicua	*Amanita caesarea*	5,9	4,4	10	20,3
Tsítipikua	*Laccaria amethystina* *L. bicolor* *L. laccata*	6,8	9,6	1	17,4
Kuini janchiri	*Ramaria botrytis* *R. flava* *R. flavigelatinosa*	7,9	4,8	4	16,7
Panándukua	*Boletus reticulatus* *B. pinophillus*	4,8	3,1	7	14,9
Ialini terekua	*Pleurotus dryinus* *Neolentinus lepideus*	0,86	2,5	7	10,36
Xindiki	*Ustilago maydis*	0	0	10	10
Xiráta anhantsi	*Helvella crispa* *H. lacunosa*	1,8	5,7	1	8,5
Cutzicua terekua	*Clitocybe gibba*	0,14	6,2	1	7,34
Tantalantzi	*Calvatia cyathiformis* *Lycoperdon perlatum*	0,46	5,1	0	5,56
Gavilán terekua	*Macrolepiota procera*	0,036	4	0	4,036
Tonolocua	*Agaricus campestris*	0	0	1	1

6.7 Discusión

De acuerdo con Ávila (2008), México posee una alta riqueza cultural, manifestándose entre otras cosas, por la diversidad de recursos naturales que utilizan para sustento alimenticio, medicinal, ceremonial y ornamental, sin embargo, el conocimiento difiere entre comunidades, expresándose en la riqueza de los recursos y la forma de nombrarlos, asimismo, el conocimiento se encuentra expuesto a sufrir modificaciones, enriquecimiento o detrimento a través del tiempo.

Por tal razón, en el presente trabajo se analizó el conocimiento etnomicológico en dos tiempos, primero se revisó el conocimiento actual comparándolo con trabajos recientes y en segundo lugar se analizó el conocimiento en relación a los trabajos pioneros realizados en otras localidades purépechas.

El trabajo de Torres (2008) se realizó en una zona adyacente al área de estudio del presente trabajo, en la comunidad indígena de Arantepacua, municipio de Nahuatzen, que se encuentra a menos de 30 km de distancia, ambas comunidades son purépechas y pertenecen a la región conocida como Meseta Purépecha, por lo que se considera el trabajo más adecuado para comparar el conocimiento actual de la comunidad de Capácuaro. El autor registra 14 especies de HSC y 10 nombres comunes, números inferiores a los reportados por el presente trabajo, sin embargo, la similitud es alta entre los trabajos comparando las especies y nombres comunes (ver Tabla 6.4).

Las diferencias radican en la identidad taxonómica de las especies, por ejemplo, Torres (2008) cita para la comunidad de Arantepacua a *Amanita fulva* como kukúchicua, no obstante, en la comunidad de Capácuaro, durante el taller inicial, se mostraron imágenes de otras especies del género *Amanita*, entre ellas *Amanita fulva*, la cual no fue reconocida. Durante el trabajo de campo, no se observó ningún ejemplar para confirmar si la especie es utilizada o no, otros autores tampoco la registran como parte del conocimiento tradicional de los pueblos purépechas (Mapes *et al*., 1981; Díaz-Barriga, 1992). No obstante, en otras entidades del país ha sido reportado como especie de autoconsumo y venta (Montoya *et al*., 2004).

Tabla 6.4. Comparación del conocimiento tradicional entre las comunidades de Arantepacua y Capácuaro.

Especies	Arantepacua (Torres, 2008)		Presente estudio	
Hypomyces lactifluorum	•	Charhamasi	•	Chalámaxi
Hypomyces macrosporus			•	Chalámaxi
Helvella crispa	•	Sirat angantsi	•	Xiráta anhantsi
Helvella lacunosa	•	Sirat angantsi	•	Xiráta anhantsi
Agaricus campestris			•	Tonolokua
Macrolepiota procera			•	Gavilán terekua
Calvatia cyathiformis			•	Tantalantzi
Lycoperdon perlatum	•	Tataratsikua	•	Tantalantzi
Amanita caesarea	•	Cucuchikua	•	Kukúchicua
Amanita fulva	•	Cucuchikua		
Clitocybe gibba	•	Tiquinche	•	Cutzicua terekua
Collybia confluens	•	Paxakua		
Collybia driophylla	•	Paxakua		
Lyophyllum decastes	•	Paxakua	•	Paxakua
Lyophyllun loricatum			•	Paxakua
Neolentinus lepideus			•	Ialini terekua
Laccaria amethystina			•	Tsítipikua
Laccaria bicolor			•	Tsítipikua
Laccaria laccata			•	Tsítipikua
Pleurotus dryinus			•	Ialin terekua
Russula brevipes	•	Xalama		
Boletus atkinsonianus var. *edulis*	•	Panaterekua		
Boletus pinophilus			•	Panándukua
Boletus reticulatus			•	Panándukua
Ramaria botrytis			•	Kuini janchiri
Ramaria flava	•	Kuinit antsiri	•	Kuini janchiri
Ramaria flavigelatinosa			•	Kuini janchiri
Ustilago maydis	•	Shidiqui o Tsentique	•	Xindiki

Otra diferencia entre el trabajo de Torres (2008) y el presente, es la ausencia del grupo de especies del género *Laccaria*, nombradas como Tsítipikua, especies ampliamente citadas en otros trabajos como autoconsumo y venta (Mapes *et al*., 1981; Díaz-Barriga, 1992; Farfán *et al*., 2007; Gómez-Peralta *et al*., 2007), y especies comunes en los boques de pino y pino-

encino de la región, además, se ubica como el grupo de especies con mayor abundancia percibida (9,6) y el cuarto lugar de acuerdo al IICE.

Por otro lado, en los nombres tradicionales utilizados por Torres (2008), se observan diferencias en la forma de escritura, no obstante, hay similitudes en la raíces de las palabras. El autor no menciona cuál fue el procedimiento para escribir los nombres, para el presente trabajo se contó con la ayuda de dos profesores bilingües de la escuela primaria de la comunidad, quienes apoyaron en la actividad de traducir y escribir correctamente los nombres registrados.

Es relevante aclarar y de acuerdo con uno de los traductores, originario de la comunidad de Arantepacua, menciona que efectivamente existen diferencias en la forma de experesarse y los significados de las palbaras entre las dos comunidades. Las diferencias forman parte de la identidad que tiene cada comunidad y se debe a los diferentes procesos de aislamiento a pesar de pertenecer a un mismo grupo étnico.

Otro trabajo reciente y próximo al área de estudio, es el realizado por Zamora (2006), en la comunidad del Aguacate, municipio de Tancítaro, los habitantes han perdido toda identidad respecto a los HSC, a pesar de encontrarse en la Meseta Purépecha, lo cual se refleja en el conocimiento de las especies reportadas por la autora; registró 16 especies y 12 nombres comunes, ninguno en purépecha, claramente se observa una disminución en el conocimiento, enfatizándose en el lenguaje.

En relación a los primeros trabajos etnomicológicos realizados en comunidades purépechas, existen claras diferencias en la cantidad de especies y usos. Mapes *et al*. (1981), registran el uso de 48 especies, incluyendo: un mixomiceto, cuatro líquenes y 43 macromicetos; en cuanto a los usos, los autores reportan cinco especies medicinales y 43 comestibles para la Cuenca del Lago de Pátzcuaro (ver Tabla 6.5), el trabajo de campo y entrevistas las realizaron en 21 comunidades de la Región Lacustre.

Tabla 6.5. Lista de especies citadas por Mapes *et al*. (1981) para la región lacustre de Pátzcuaro.

Especie	Nombre en purépecha	Especie	Nombre en purépecha
Fuligo septica	Tamanda-kuatsita	*Boletus aestivalis*	Pantereko
Parmelia caperata	T´s ipata	*Boletus edulis*	
Pseudevernia intensa		*Boletus frostii*	
Ramalina eckloni		*Suillus granulatus*	
Usnea strigosa		*Suillus luteus*	
Helvella crispa	Sirat angants	*Xerocomus spadiceus*	
Helvella lacunosa		*Collybia confluens*	Tats´un
Hypomyces lactifluorum	Kux tereko	*Collybia polyphylla*	
Ustilago maydis	T´ukuru	*Gomphidius rutilus*	
Ramaria flava	K´uin ants´ir	*Hygrophoropsis aurantiaca*	Ts´ip
Gomphus floccosus	Tunuruku	*Laccaria amethystina*	Sikuitereko
Amanita caesarea	Tiripiti	*Laccaria laccata*	
Amanita muscaria ssp. *flavivolvata*	Uachas	*Lentinus lepideus*	Iarin
Rhodophyllus clypeatus		*Macrolepiota procera*	Ts´apk´i
Amanita tuza	Aiuka	*Arachnion album*	Tataras
Amanita vaginata	Aroti	*Lycoperdon perlatum*	
Armillariella mellea	Paxaku	*Lycoperdon pyriforme*	
Armillariella polymyces		*Lycoperdon umbrinum*	
Armillariella tabescens		*Vascellum intermedium*	
Lyophyllum decastes		*Calvatia cyathiformis*	Patarata
Clitocybe gibba	Xukui		

Con los datos anteriores, se muestra una clara disminución en el conocimiento, observándose en el número de especies utilizadas. En trabajos recientes (incluyendo el presente) no se han registrado el uso medicinal de los líquenes. Con relación a las especies comestibles exite una disminución en la riqueza de especies, por ejemplo, Mapes *et al*. (1981), cita a *Suillus granulatus* entre otras especies, durante el primer taller realizado para el presetne trabajo, se registro a *S. granulatus* como comestible en la comunidad, sin embargo, durante el trabajo de campo se encontraron varios ejemplares en distitnas ocasiones y con diferentes guias, al

preguntar sobre el consumo de esa especie, la respuesta fue que era panándukua jeramba o jeramba, indicando que no es comestible y que se confunde con Panándukua (*Boletus* spp).

El sistema de utilizar dos palabras para nombrar a los hongos silvestres ha sido documentado en otros trabajos como los de Mapes *et al*. (1981), Díaz-Barriga (1992), Torres (2008) y Farfán *et al*. (2007), este último para los mazahuas. Al respecto, los nombres de los HSC han sufrido cambios con el tiempo, durante el proceso de las entrevistas se observaron diferencias entre los adultos y los jóvenes, las diferencias se deben principalmente a que los jóvenes contraen las palabras, ya sea por hablar más rápido o por descuido.

Además, se registraron significados diferentes entre comunidades cercanas, un ejemplo es el *Boletus pinophillus* o *B. reticulatus*, el cual en la comunidad de Capácuaro lo nombran como Panándukua, que según los pobladores significa hongo de pan, de ahí que también reciba el nombre de cemita, sin embargo, en la comunidad de Quinceo, ubicada a 10 km de Capácuaro, lo nombran como Panterekua, Panan terekua o Pantereko y el significado es hongo de pata gorda, evidentemente hace referencia al estípite grueso que tienen algunos integrantes del género *Boletus*.

Por el lado contrario, los términos “terekua” y “jeramba” se han conservado, a pesar de las modificaciones culturales que han sufrido los pueblos purépechas, ambos vocablos fueron citados por primera vez por J. Benito Warren (Gilberti) en la época colonial entre los siglos XVI y XVII.

Con estos datos podemos decir que Capácuaro es una de las comunidades que actualmente conserva el conocimiento sobre el uso de los HSC, sin embargo, cabe destacar que el conocimiento se está perdiendo, la causas son varias, entre ellas la pérdida de grandes extensiones de bosques y la migración de los jóvenes, lo cual coincide con las observaciones de Bandala *et al*. (1997), quienes mencionan que las nuevas generaciones de las comunidades indígenas no muestran interés por el conocimiento tradicional.

En el contexto nacional, se consumen más de 300 especies de HSC, aproximadamente 100 de ellas son objeto de venta en mercados locales del centro del país (Villareal y Pérez-Moreno, 1989; Garibay-Orijel *et al*., 2006; Pérez-Moreno *et al*., 2008; Estrada *et al*., 2009), los nombres populares superan los 400 en distintas lenguas, y se han registrado en 28 de las 32 entidades federativas (Villareal y Pérez-Moreno, 1989; Guzmán, 1997; Garibay-Orijel *et al*., 2006).

Por ejemplo, en el estado de Oaxaca destaca por su riqueza cultural y biológica, se tiene reportado el uso de más de 80 especies de HSC (León, 1995; Córdova *et al*., 2002; Garibay-Orijel, 2006); el Estado de México es considerado una de las zonas micófilas del país, se tienen registrados entre 40 y 60 especies de HSC y con más de 100 nombres vernáculos en distintas lenguas (Estrada-Torres y Aroche, 1987; Montoya *et al*., 2002; Montoya *et al*., 2003; Montoya *et al*., 2008), ambas entidades superan el conocimiento en riqueza de especies a las registradas en Capácuaro.

Por otro lado, ninguna de las especies del presente capítulo se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, localmente sí podríamos mencionar que algunas se consideran vulnerables, tal es el caso de *Neolentinus lepideus* y *Pleurotus dryinus* (Ialini terekua), especies saprobias lignícolas que crecen sobre troncos de pino, actualmente son raras de recolectar y posiblemente se encuentran amenazadas, a decir de los entrevistados, la razón principal es que en los últimos años la afectación de los bosques por la tala excesiva ha provocado una disminución en las poblaciones de estos hongos. El ejemplar de *Neolentinus lepideus* que se reporta en el presente trabajo fue adquirido en la plaza del pueblo, era un ejemplar pequeño de mala apariencia, la persona que lo tenía a la venta no mencionó con exactitud de dónde provenía, simplemente hizo referencia de los alrededores de la localidad de Paracho.

Mientras que sucede lo opuesto con las especies del género *Lyophyllun* o Paxacuas, las cuales se encuentran de manera abundante, apoyada por las observaciones durante el trabajo de campo y los comentarios de los guías, indican que son las especies de mayor consumo, abundancia y valor cultural entre los pobladores de la comunidad.

El hábito de *Lyophyllun* spp. es saprobio, crece sobre mantillo principalmente en bosques de encino, lo cual se ha visto favorecido debido a las afectaciones sobre los bosques de la comunidad, la extracción de madera de pino de los bosques mixtos (pino-encino), ha provocado que estas áreas se conviertan en encinares, propiciando el incremento en biomasa de estas especies.

Cabe mencionar, que actualmente este hábitat se está viendo amenazado por el cambio de uso de suelo, para ser transformadas en huertas de aguacate. El municipio de Uruapan es considerado el mayor productor de aguacate del mundo, por lo que la extensión de áreas productoras cada vez es mayor, afectando a las zonas forestales. A decir de León-Chávez *et al*. (2012) el cambio de uso de suelo forestal con fines de producción aguacatera en la región de Uruapan y municipios vecinos a incrementado un 75% de 1980 a 2012.

El sistema de comercialización descrito en el presente trabajo, también ha sido documentado por otros autores como Mariaca *et al*. (2001); Montoya *et al*. (2001); Pellicer-González *et al*. (2002); Montoya *et al*. (2008) y Estrada *et al*. (2009). Sin embargo, se han encontrado diferencias respecto a otros trabajos; así Estrada *et al*. (2009), mencionan que las vendedoras sólo venden hongos, mientras que en el presente trabajo es común que las vendedoras ofrezcan otros productos de campo, esto último coincide con lo reportado por Montoya *et al*. (2001) y Gómez-Peralta *et al*. (2007), para los estados de Tlaxcala y Michoacán respectivamente, además, Montoya *et al*. (2001), mencionan que es la manera tradicional prehispánica de realizar la venta en los tianguis de los distintos mercados locales del centro del país.

Los valores del IICE reportados para el presente trabajo presentan similitudes en la especie o grupo de especies con otros autores (ver tabla 6.6), resaltan las especies *Amanita caesarea* y *Lyophyllum decastes* que son citados en tres de los cuatro trabajos revisados.

La importancia de cada una de las especies se encuentra influenciada por varios factores, el más importante es la disponibilidad del recurso, de acuerdo a los entrevistados, las especies

Neolentinus lepideus y *Pleurotus dryinus* (Ialin terekua), anteriormente eran de las especies más codiciadas, no obstante, en la actualidad ha perdido su importancia debido a la escasez del recurso.

Tabla 6.6. Comparación entre las especies con valores de significancia cultural etnomicológica altos.

Presente estudio	Montoya *et al*. (2004)	Garibay-Orijel *et al*.(2006)	Estrada *et al*. (2009)
Lyophyllum decastes *L. loricatum*	*Boletus pinophilus*	*Amanita caesarea*	*Hebeloma fastibile*
Hypomyces lactifluorum *H. macrosporus*	*Amanita caesarea*	*Ramaria spp.*	*Laccaria laccata*
Amanita caesarea	*Lyophyllum decastes*	*Neolentinus lepideus*	*Lyophyllum decastes*

6.8 Conclusiones

Con los resultados obtenidos y la discusión se concluye que los HSC tienen un papel relevante en la comunidad indígena de Capácuaro, forman parte de la cultura gastronómica, lingüística y es un recurso que otorga una identidad propia a la comunidad.

Los HSC son fundamentales en la dieta y subsistencia para las familias que se dedican a la comercialización.

Existe una pérdida en el conocimiento y la forma lingüística de nombrar los hongos, sin embargo, los términos terekua y jeramba se mantienen y son comunes en todas las comunidades de origen purépecha donde se han realizado estudios etnomicológicos.

Comparando el conocimiento y otros usos de los hongos silvestres con los primeros estudios etnomicológicos entre los purépechas, existe una pérdida considerable. Desde el estudio de Mapes *et al*. (1981) y el presente hay una reducción en especies de casi el 50%, además de no reportarse el uso medicinal y los grupos de líquenes y mixomicetos que se utilizaban anteriormente.

Se ha detectado una importante disminución en las poblaciones de los HSC, debido a la pérdida de la cobertura forestal, por la tala del bosque para la extracción de madera y el cambio de usos de suelo para convertirlos en huertas de aguacate.

6.9 Literatura citada

Arora, D., 1986. *Mushrooms Demystified*. 2ª ed. Ten speed press. Berkeley, California, USA. 590 pp.

Ávila, A., 2008. La diversidad lingüística y el conocimiento etnobiológico. En: Sarukhán, J. (ed.). *Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. Conabio, México, Pp. 497-556.

Bandala, V.M., L. Montoya y I. Chapela, 1997. Wild edible mushrooms in Mexico: a challenge and opportunity for sustainable development. En: Palm M.E. y Chapela I. H. (eds). *Mycology in Sustainable Development: Expanding concepts, vanishing borders*. Parkway Publ. Pp. 76-90.

Benítez, F., 1964. *Los indios de México***:** *Los hongos alucinantes*. Era, México. 23 pp.

Berlin, B., 1992. *Ethnobiological Classification: Principles of Categorization of Plants and Animals in Traditional Societies*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. 335 pp.

Bessette, A., R. Bessette y D.W. Fischer, 1997. *Mushrooms of northeastern North America*. Ed. Syracuse. USA. 582 pp.

Cappello, S., E. López-Hernández y V. Sánchez, 2006. Educación ambiental para conocimiento y uso de hongos en una comunidad chontal. Olcuatitán, Nacajuca, Tabasco. *Horizonte Sanitario*, 5(2): 44-54.

Chávez-León, G. y S. Zaragoza, 2009. Riqueza de mamíferos del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80: 95-104.

Chávez-León, G., L.M. Tapia, M. Bravo, J.T. Sáenz, H.J. Muñoz, I. Vidales, A. Larios, J.B. Rentería, F.J. Villaseñor, J.L. Sánchez, J.J. Alcántar y M. Mendoza, 2012. *Impacto del cambio del uso del suelo forestal a huertos de aguacate*. Libro Técnico No. 13. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Pacífico Centro. Campo Experimental Uruapan. 76 pp.

Cifuentes, J., M. Villegas y L. Pérez, 1986. Hongos. En: Lot, A. y F. Chiang, *Manual de Herbario: Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos*. Consejo Nacional de la Flora de México, México, D. F. Pp. 55-64.

Comisión Forestal del Estado de Michoacán (COFOM), 2001. *Atlas Forestal del Estado de Michoacán*. COFOM. 97 pp.

Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), 1998. *La diversidad biológica de México: Estudio de un país*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México. 293 pp.

Córdova, J., R. Garibay-Orijel, R. Valenzuela y J. Cifuentes, 2002. Inventario de las especies de hongos comestibles del bosque de Pino-Encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca (México). En: Guzmán, G. y G. Mata (eds.). *Nanacatepec: Studies on the Latin American Fungi*. Universidad Veracruzana, México: Pp. 540.

Das, K., J.R. Sharma, y L. Montoya, 2004. *Lactarius* (*Russulariaceae*) in Kumaon Himalaya. 1. New species of subgenus *Russularia*. *Fungal Diversity*, 16: 23-33.

Díaz-Barriga, H., 1992. *Hongos comestibles y venenosos de la cuenca del lago de Pátzcuaro, Michoacán*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Centro de

investigación y desarrollo del estado de Michoacán (CIDEM) Instituto de ecología, A.C. 148 pp.

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

Estrada, E., J.A. Tovar, R. Garibay-Orijel, A. Montoya y A. Moreno, 2001. ¿Qué es etnomicologia?. *Nanacatl*, 1: 29-32.

Estrada-Torres, A. y R.M. Aroche, 1987. Acervo etnomicológico en tres localidades del municipio de Acambay, Estado de México. *Revista Mexicana de Micología*, 3:109-131.

Farfán, B., A. Casas, G. Ibarra-Márquez y E. Pérez-Negrón, 2007. Mazahua Ethnobotany and Subsistence in the Monarch, Butterfly Biosphere Reserve, Mexico. *Economic Botany*, 61(2):173-191.

Gabany-Guerrero, T., 2009. http://phurepecha.org/pureculture.htm. (Fecha de ingreso: abril de 2010).

Garibay-Orijel, R., J. Cifuentes, A. Estrada-Torres y J. Caballero, 2006. People using macro-fungal diversity in Oaxaca, Mexico. *Fungal Diversity*, 1: 41-67.

Garibay-Orijel, R., J. Cifuentes, A. Estrada-Torres y J. Caballero, 2007. Understanding cultural significance, the edible mushrooms case. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 3: 4. Disponible en: http://www.ethnobiomed.com/content/3/1/4.

Gisper, M., O. Nava y J. Cifuentes, 1984. Estudio comparativo del saber tradicional de los hongos en dos comunidades de la sierra del Ajusco. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 19: 253-273.

Gómez-Peralta, M., V.M. Gómez-Reyes, Ma. del P. Angón-Torres y L. Castro, 2007. Comercialización de hongos silvestres comestibles en los mercados y tianguis de Morelia. *Biológicas*, 9: 81-86.

Gómez-Reyes., V.M., M. Gómez-Peralta y Z. Ortega-Varela, 2005. Hongos silvestres comestibles de la comunidad indígena Nicolás Romero, Municipio de Zitácuaro, Michoacán. *Biológicas*, 7: 21-27.

González, J., 1982. Notas sobre la etnomicología Nahuátl. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 17: 181-186.

González, M., 1991. Ethnobotany of the southern tepehuan of Durango, Mexico: 1. edible mushrooms. *Journal of Ethnobiological*, 11(2):165-173.

Guzmán, G., 1984. El uso de los hongos en Mesoamérica. *Revista Ciencia y Desarrollo*, 59: 17-26.

Guzmán, G., 1987. Distribución y etnomicología de *Pseudofistulina radicata* en mesoamerica, con nuevos registros en México y su primer registro en Guatemala. *Revista Mexicana de Micología*, 3: 29-38.

Guzmán, G., 1990. La micología en México. Una reseña de sus tradiciones, inicios y avances. *Revista Mexicana de Micología*, 6: 11-28.

Guzmán, G., 1997. *Los nombres de los hongos y lo relacionado con ellos en América Latina*. Instituto de Ecología, Xalapa, México. 356 pp.

Guzmán, G., 1998. Inventorying the fungi of Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 7: 369-384.

Guzmán, G., 2003. Traditional Uses and Abuses of Hallucinogenic Fungi: Problems and Solutions. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 5:57-59.

Guzmán, G., 2008. Hallucinogenic Mushrooms in Mexico: An Overview. *Economic Botany*, 62(3): 404-412.

Guzmán, G., 2011. El uso tradicional de los hongos sagrados: pasado y presente. *Etnobiología*, 9: 1-21.

Guzmán, G., R.G. Wasson y T. Herrera, 1975. Una iglesia dedicada al culto de un hongo, Nuestro Señor del honguito en Chignahuapan, Puebla. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 9: 137-147.

Halling, R.E., 1983. The genus *Collybia* (Agaricales) in the Northeastern United States and adjacent Canada. *Mycologia*, 8: 1-148.

Halling, R.E., 1996. Recommendations for collecting mushrooms. En: Alexiades, M.N. (ed.). *Selected guidelines for ethnobotanical research: A field manual*. New York Botanical Garden, New York. Pp. 135-141.

Heim, R. y R.G. Wasson, 1958. *Les Champignons Hallucinogèns du Mexique*. Ed. Museum National d'Histoire Naturelle, Paris.

Hesler, L.R. y A.H. Smith, 1979. *North American species of Lactarius*. The University of Michigan. Press, Michigan. USA. 856 pp.

Hunn, E.S., 1982. The utilitarian factor in folk biological classification. *American Anthropologist*, 84: 830-847.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2009. *Perfil sociodemográfico de la población que habla lengua indígena*. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/detalle.aspx?c=16632yupc=702825001789ys=estytg=0yf=2ypf=Pob. (Fecha de ingreso: abril de 2010).

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2010. Conteo de población y vivienda 2010. Disponible en: http://www.censo2010.org.mx/. (Fecha de ingreso: abril de 2010).

Instituto Nacional de Lenguas Indígenas (INALI), 2005. *Catálogo de lenguas indígenas mexicanas: cartografía contemporánea de sus asentamientos históricos.* Serie cartografía. Secretaría de Educación Pública, México. Disponible en: http://www.inali.gob.mx/clin-inali/. (Fecha de ingreso: abril de 2010).

Jaime-Sánchez, J.L., 2007. *Micetismos Faloidianos en el Oriente de Michoacán.* Tesis de licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 92 pp.

Jenkins, D.T., 1986. *Amanita of North America*. Mad River Press, Eureka. California. USA. 197 pp.

Kirk, P., F. Cannon, W. Minter y A. Stalpers, 2008. *Dictionary of the fungi*. 10ª Ed. CAB International. Wallingford. 771 pp.

Largent, D., D. Johnson y R. Watling, 1984. How to identify mushrooms to genus III: microscopic features. Mad River Press, Eureka. California. 148 pp.

León, A.H., 1995. Aprovechamiento y perspectivas del cultivo de hongos comestibles silvestres de la Sierra Juárez de Oaxaca. En: Vázquez-Dávila M.A. (ed.). *La Tecnología Agrícola Tradicional Sociedad y Naturaleza en Oaxaca 1*, Mexico. Pp. 119-138.

Llamas, B. y A. Terrón, 2003. *Atlas fotográfico de los hongos de la Península Ibérica*. Ed. Celarayn, España. 547 pp.

Loh, J. y D. Harmon, 2005. A Global Index of Biocultural Diversity. *Ecological Indicators*, 53:231-241.

Lozoya, X., 1999. Un paraíso de plantas medicinales**.** *Arqueología mexicana*, 7(39): 14-21.

Mapes, C., G. Guzmán y J. Caballero, 1981. *Etnomicología purépecha. El conocimiento y uso de los hongos en la cuenca de Pátzcuaro, Michoacán*. Dirección general de culturas populares y sociedad mexicana de micología, A.C. México. 88 pp.

Mariaca, R., L. Silva y C.A. Castaños, 2001. Proceso de recolección y comercialización de hongos comestibles silvestres en el valle de Toluca, México. *Ciencia Ergo Sum*, 8(1): 30-40.

Martín, R., 1968. Contribución al conocimiento de la nomenclatura micológica Náhuatl. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 2: 25-35.

Martínez, M.A., E. Pérez-Silva y E. Aguirre-Acosta, 1983. Etnomicología y exploraciones en la Sierra Norte de Puebla. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 18: 51-63.

Mittermeier, R.A. y C. Goettsch, 1992. La importancia de la diversidad biológica en México. En: Sarukhán, J. y R. Dirzo, (eds.). *México ante los retos de la biodiversidad*. CONABIO, México. Pp. 57-62.

Montoya, A, A. Estrada-Torres, A. Kong y L. Juárez-Sánchez, 2001. Commercialization of wild mushrooms during market days of Tlaxcala, Mexico. *Micologia Aplicada Intenational*, 13: 31-40.

Montoya, A., A. Estrada-Torres y J. Caballero, 2002. Comparative ethnomycological survey of three localities from la Malinche volcano, Mexico. *Journal of Ethnobiology*, 22(1):103-131.

Montoya, A., O. Hernpandez-Totomoch, A. Kong, A. Estrada-Torres, J. Cifuentes y J. Caballero, 2003. Traditional knowledge about mushrooms in a Nahua community in the state of Tlaxcala, México. *Mycologia*, 95(5): 793-806.

Montoya, A., A. Kong, A. Estrada-Torres, J. Cifuentes y J. Caballero, 2004. Useful wild fungi of La Malinche Nacional Park, Mexico. *Fungal Diversity*, 17: 115-143.

Montoya, A., N. Hernández, C. Mapes, A. Kong y A. Estrada-Torres, 2008. The collection and sale of wild mushrooms in a community of Tlaxcala, Mexico. *Econmic Botany*, 2(3): 431-424.

Morales, O., R. Medel y G. Guzmán, 2006. Primer registro de la comestibilidad de una especie de *Daldinia* (Ascomycota). *Revista Mexicana de Micología*, 3: 103-105.

Moreno-Fuentes, A., J. Cifuentes, R. Bye y R. Valenzuela, 1996. Kute-mo´ko-a: An edible mushroom of the Raramuri indians of Mexico. *Revista Mexicana de Micología*, 12: 31-39.

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

Pellicer-González, E., D. Martínez-Carrera, M. Sánchez, M. Aliphat y A. Estrada-Torres, 2002. Rural management and marketing of wild edible mushrooms in Mexico. En: Proceed *IV International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products*, Cuernavaca, Mexico. Pp.433-443.

Perales, H.R. y J.R. Aguirre, 2008. Biodiversidad humanizada. En: *Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. Conabio, México, Pp. 565-603.

Pérez-Moreno, J., M. Martínez-Reyes, A. Yescas-Pérez, A. Delgado-Alvarado y B. Xoconostle-Cázares, 2008. Wild Mushroom Markets in Central Mexico and a Case Study at Ozumba. *Economic Botany*, 62(3): 425-436.

Ruan-Soto, F., R. Garibay-Orijel y J. Cifuentes, 2004. Conocimiento micológico tradicional en la Planicie costera del Golfo de México. *Revista Mexicana de Micología*, 19: 57-90.

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

Ruan-Soto, F., R. Garibay-Orijel y J. Cifuentes, 2006. Process and dynamics of traditional selling wild edible mushrooms in tropical Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 2:3. Disponible en: http://www.ethnobiomed.com/content/2/1/3.

Schultes, R.E., 1940. Teonanacatl, the narcotic mushroom of the Aztecs. *American Anthropology*, 42 (3): 429-443.

Schultes, R.E. y A. Hofmann, 1982. *Las plantas de los dioses: orígenes del uso de los alucinógenos*. Fondo de Cultura Económica, México. 208 pp.

Schultes, R.E. y S. Von Reis, 1995. Ethnomycology. En: Schultes, R.E., y S. Von Reis (eds.). *Ethnobotany: Evolution of a Discipline*. Dioscorides Press/Timber Press. Pp. 383-384.

Shepard, G., D. Arora y A. Lampaman, 2008. The Grace of the Flood: Classification and Use of Wild Mushrooms among the Highland Maya of Chiapas. *Economic Botany*, 62(3): 437-470.

Singer, R., 1958. Mycological Investigations on Teonanácatl, the Mexican Mushroom I. *Mycologia*, 50: 239-261.

Singer, R., J. García y L.D. Gómez, 1990. *The Boletinae of Mexico and Central America I y II*. Nova Hedwigia J. Cramer. Berlin, Germany. 78 pp.

Singer, R., J. García y L.D. Gómez, 1991. *The Boletinae of Mexico and Central America III*. Nova Hedwigia J. Cramer. Berlin, Germany. 72 pp.

Singer, R., J. García y L.D. Gómez, 1992. *The Boletinae of Mexico and Central America IV*. Nova Hedwigia J. Cramer. Berlin, Germany. 46 pp.

Swadesh, M., 1969. *Elementos del tarasco antiguo*. México: UNAM.

Thiers, B., 2011. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. http://sweetgum.nybg.org/ih/.

Torres, M., 2008. *Conocimiento y uso popular de macromicetos silvestres en la comunidad de Arantepacua, Mpio. de Nahuatzent, Michoacán, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 87pp.

Trappe, J.M., G. Guzmán y C. Vázquez, 1979. Observaciones sobre la identificación, distribución y usos de los hongos del género *Elaphomyces* en México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 13: 145-150.

Villareal, L. y J. Pérez-Moreno, 1989. Los hongos comestibles de México, un enfoque integral. *Micología Neotropical Aplicada*, 2: 77-114.

Wasson, R.G., 1957. Seeking the Magic Mushroom: A New York Banker Goes to Mexico's Mountains to Participate in the Age-Old Rituals of Indians Who Chew Strange Growths That Produce Visions. *Life*, 4219:100.

Wasson, R.G., 1961. The Hallucinogenic Mushrooms of Mexico: An Inquiry into the Origins of the Religious Idea among Primitive People. *Botanical Museum Leaflets*, Harvard University, 19: 137-162.

Wasson, R.G., 1962. The Hallucinogenic Mushrooms of Mexico and Psilocybin: A Bibliography. *Botanical Museum Leaflets*, Harvard University 20: 25-73.

Wasson, R.G., A. Hoffman y C.A.P. Ruck, 1980. *El camino a Eleusis. Una solución al enigma de los misterios.* Fondo de Cultura Económica. México.

Wasson, V.P. y R.G. Wasson, 1957. *Mushrooms, Russia and History*. Pantheon Books, Nevv York.

Zamora-Equihua, V., 2006. *Inventario de Hongos Silvestres Comestibles de la Comunidad El Aguacate Sur municipio de Tancítaro, Michoacán*. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 95 pp.

Anexo 6.1 Cuestionario de información etnomicológica

Fecha	Comunidad	Municipio		
Nombre del entrevistado		*Edad*	*Sexo*	*Escolaridad*
Dirección				

1. ¿Usted conoce los hongos comestibles?
(Sí) (No)
2. ¿En ésta comunidad se consumen hongos silvestres durante la época de lluvias?
(Sí) (No)
3. Quiénes son los que más recolectan en su familia:
Hombres ( ) Mujeres ( ) Niños ( ) Personas mayores ( ) Todos ( )
4. ¿Quién les enseña a identificarlos?
5. ¿Cómo aprenden a identificarlos?
6. ¿Hay algunas familias que se distinguen por ser las que más recolectan?
(Sí) (No) (Todas)

7. ¿Me podría decir quiénes?

NOMBRE	Dirección

8. ¿Cuáles son los que recolectan?

Nombre del hongo	Nombre purépecha	Características	Usos	Destino		Venta	
				Consumo %	Venta %	Lugar	Precio

9. ¿Sabe Ud. cómo los preparan?_____
10. ¿Existe alguna leyenda o tradición sobre alguno de los hongos? Si _____ No_____
11. ¿Sobre cuáles? _____
12. Anotar en el cuaderno la (as) historia (s)
13. ¿Alguien conocido por usted se ha enfermado por el consumo de hongos?
Sí___ No__
14. ¿Cuál era el hongo o cómo era? _____
15. ¿Cuándo ocurrió? _____
16. ¿Cuántas personas fueron?_____
17. ¿Qué le (s) paso? _____
18. ¿Alguna de ellas murió o quedó afectada? _____