



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Estructura de la comunidad de macromicetos del paraje
“El Pantano” del Parque Nacional Desierto de los Leones,
México, D.F.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

P R E S E N T A:

FRANCISCO EDUARDO PÉREZ PAZOS

DIRECTORA DE TESIS:

DRA. HERMELINDA MARGARITA VILLEGAS RÍOS

2014

CIUDAD UNIVERSITARIA, D.F.





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del Alumno

Pérez
Pazos
Francisco Eduardo
55 85 18 98
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
307198093

2. Datos del Tutor

Dra.
Hermelinda Margarita
Villegas
Ríos

3. Datos del Sinodal 1

Dr.
Zenón
Cano
Santana

4. Datos del Sinodal 2

Dra.
María del Pilar
Ortega
Larrocea

5. Datos del Sinodal 3

Dr.
Roberto
Garibay
Orijel

6. Datos del Sinodal 4

Dr.
Sigfrido
Sierra
Galván

7. Datos del trabajo escrito

Estructura de la comunidad de macromicetos del paraje "El Pantano" del Parque Nacional Desierto de los Leones, México, D.F.
96 p.
2014

AGRADECIMIENTOS ACADÉMICOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por darme el privilegio de formarme como profesional. No tengo más que una vida para retribuir lo mucho que me ha dado y por haberme conducido hacia el mejor lugar, la Facultad de Ciencias.

Al Dr. Zenón Cano Santana quién asesoró y fungió como codirector de esta tesis de manera no oficial. Por el apoyo que me brindó desde que iniciamos este proyecto, por esas clases que hacen que la piel “se te ponga chinita” y por hacerme reflexionar sobre el hecho de que la naturaleza no responde a intereses personales, y que es precisamente en eso en lo que estriba su belleza.

A la Dra. Margarita Villegas Ríos por la incansable y cuasi-perpetua actitud positiva en torno a este proyecto que realizamos en conjunto. Incluso cuando atravesé momentos difíciles (siempre al interior de mi vaso de agua), pudo canalizar mis preocupaciones hacia el trabajo pero a la vez, me hizo ver que el mundo no se acaba por tener un mal día. Sin lugar a dudas “ese bello país sudamericano” me ha asombrado con personas maravillosas, empezando con Margarita.

A la Biól. Mónica Queijeiro Bolaños por contribuir a través de tus comentarios a mejorar este trabajo y por la ayuda que me dio durante la elaboración de los análisis. Siempre “le di mucha lata” y siempre estuvo dispuesta a ayudarme en todo. De corazón, gracias Moni: eres increíble.

Al M. en C. Iván Castellanos Vargas por el apoyo técnico que aportó para la elaboración de este proyecto.

A mis profesores del taller “Ecología terrestre y manejo de recursos bióticos”. Al Laboratorio de Interacciones y Procesos Ecológicos y a los Laboratorios de Micología de la Facultad de Ciencias, en particular a Rodolfo Salas Lizana y a Itzel Ramírez López por su apoyo en campo.

A la Dra. María del Pilar Ortega Larrocea, al Dr. Roberto Garibay Orijel y al Dr. Sigfrido Sierra Galván por enriquecer a través de sus críticas y comentarios este trabajo.

A la M. en C. Ma. Eugenia Muñíz, la M. en C. Patricia Olguín, la Dra. Hilda Flores y la Dra. Martha Martínez por el apoyo técnico brindado para procesar el material biológico.

Agradezco al proyecto UNAM-DGAPA-PAPIIT IN223114 “Estudios de sistemática y aspectos ecológicos de macromicetos con énfasis en basidiomicetos clavarioides y gomfoides de bosques tropicales y subtropicales de México”, a cargo de la Dra. Hermelinda Margarita Villegas Ríos, por el apoyo económico brindado para la realización de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

A mi madre, Rebeca Pazos Rodríguez. Gracias a ti he podido llegar a este momento de mi vida, gracias por tu amor incondicional ya que aún cuando en repetidas ocasiones tuve un humor espantoso debido a las tensiones de la Facultad, siempre supiste solventar todo con más amor y comprensión. Eres la mejor persona que conozco.

A mi padre, Francisco Othón Pérez Rodríguez por inculcarme los valores más importantes sin los cuáles no sería la persona que soy: la disciplina y el trabajo. Por todo el cariño que me has dado siempre, por preocuparte por mí y por los momentos que pasamos juntos.

A mi hermana, María Fernanda Pérez Pazos porque a pesar de nuestras personalidades opuestas siempre manifiestas tu cariño hacia mí. Tu y mi mamá son el núcleo que me permitió llegar hasta este momento y por eso no tengo más que agradecerles. Las amo a ambas.

A mi familia, en particular a mi abuela María Auxilio Rodríguez Cabrera (Mita) y a mis tíos Héctor Pazos Rodríguez y Belinda Pazos Rodríguez, porque aunque con el paso de los años dejamos de compartir tiempo juntos, siempre están en mi mente y en mi corazón. Los quiero desmesuradamente, que alegría que pueda compartir esto con ustedes. **A todas las primas**, de corazón las adoro, gracias por una infancia plena y feliz.

A Fernando Nava Márquez, porque desde que nos conocimos te volviste un ejemplo para mí. Por demostrarme que el coraje y la determinación son elementos imprescindibles para conseguir el éxito y la felicidad. “Si todo en esta vida fuera fácil, cualquier persona lo haría”. Gracias Fercho, por todo.

A todas las personas que en ocasiones particulares o de manera continua me apoyaron en el trabajo de campo. Sin duda no fue algo sencillo y les agradezco su disposición para ayudarme cuando lo requerí.

A mis profesores durante la carrera, en particular a Luis Carlos Velázquez Guerrero, Juan Carlos Zamora Cunningham, María Eugenia de la Torre, Lev Jardón y Fernando Camacho Rico, por enseñarme a pensar más allá de los límites del aula. Por educarme en el ámbito biológico de la mano del ámbito humano.

A mis compañeros y amigos del taller. Por que aprendimos (y sí, a veces sufrimos) en conjunto. En verdad fue un placer haber compartido tantas alegrías y comilonas con ustedes.

A todos mis amigos buzos. A Olivia Tabares Mendoza (Oli) y Rogelio Montiel Manríquez (Roger). Por compartir tantos momentos y risotadas. Los quiero muchísimo, sepan que todo esto no habría sido posible sin la ayuda de ustedes dos.

A Karen G. Ramírez Antonio (Kari) por ser tan buena amiga y aguantarme con tanta paciencia. Gracias “Kari-hifa” por amar a los condenados hongos y vivir codo a codo la experiencia de trabajar con este bellissimo grupo.

A Estefanía Oaxaca Briseño (Esteffy) por todo el trabajo en campo, porque semana tras semana compartimos risas en las entrañas del bosque, entre la lluvia, el frío, las serpientes, las caídas y demás peripecias. Este trabajo es tuyo también.

A Angélica Vázquez Cervantes por el apoyo en la determinación de las plantas recolectadas y por brindarme una sonrisa siempre, aún durante los momentos de mayor presión.

A mis amigos de la Facultad de Ciencias: Moisés, Victoria, Claudia, Angélica, Jimena, Óscar, Luis Eduardo, Ximena, Karla, Lupita, Nallely, Isaí, Fátima, Daniela, Mariela, Gabriel, Leilani, Iván, Tonantzin, Mariana, Martha y Tania. Por recorrer el camino juntos, gracias.

A Jimena (Mena), Luz Elena (Luci), Mariana (Nela), Alejandro (Alex), Jorge (Soso) y Andrés (Vans) ya que a pesar de la distancia siempre formarán parte de mi vida. En particular gracias a ti Eréndira Zárate López, porque contigo viví una de las etapas más bellas de mi vida y a pesar de que hayamos tomado rutas distintas, eres y siempre serás un buen motivo para sonreír.

Índice

Resumen	8
I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Función y diversidad de los hongos	10
1.2. Comunidades fúngicas	10
1.3. Muestreo de macromicetos	12
1.4. Justificación	14
II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	16
III. SITIO DE ESTUDIO	17
IV. MÉTODOS	20
4.1. Estrategia de muestreo	20
4.2. Recolecta de esporomas	20
4.3. Medición de biomasa	22
4.4. Determinación de ejemplares	22
4.5. Análisis estadísticos	22
V. RESULTADOS	24
5.1. <i>Taxa</i> registrados en “El Pantano”	24
5.2. Estructura de la comunidad	28
5.2.1. <i>Frecuencia de registros</i>	28
5.2.2. <i>Biomasa</i>	29
5.2.3. <i>Índice de Valor de Importancia</i>	31
5.3. Los macromicetos con esporomas perennes	32
5.4. La comunidad de macromicetos en el gradiente altitudinal	32
5.4.1. <i>Análisis de Componentes Principales</i>	32
5.4.2. <i>Análisis de similitud de Jaccard</i>	34
5.4.3. <i>Frecuencia de registros</i>	36
5.4.4. <i>Biomasa</i>	37
5.4.5. <i>Riqueza</i>	37
5.4.6. <i>Abundancia</i>	38

5.5. Fenología de los esporomas	39
5.5.1. Índices de diversidad	45
5.5.2. Curva de Rango-Abundancia	46
5.5.3. Curva de Acumulación de especies	47
5.5.4. Correlaciones con temperatura y precipitación mensual	48
5.6. Valores microambientales del hábitat en que se producen los esporomas	48
VI. DISCUSIÓN	51
6.1. La variación altitudinal	51
6.2. La variación temporal (fenología)	60
6.3. El microhábitat para la producción de esporomas	60
6.4. Los macromicetos con esporomas perennes	61
6.5. Factores que afectan al Parque Nacional Desierto de los Leones	62
6.6. Limitaciones del estudio, bondades y perspectivas	63
6.7. Conclusiones	65
LITERATURA CITADA	66
APÉNDICE I	74
APÉNDICE II	78
APÉNDICE III	85
APÉNDICE IV	92
APÉNDICE V	93

Pérez-Pazos, E. 2014. Estructura de la comunidad de macromicetos del paraje “El Pantano” del Parque Nacional Desierto de los Leones, México, D.F. Tesis Profesional (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 96 pp.

Resumen

El análisis espacio-temporal de las comunidades de macromicetos a través de la distribución de sus esporomas, permite conocer la diversidad de especies en un ecosistema, así como los recursos que destinan a la reproducción sexual y su fenología reproductiva. En este estudio se evaluó la estructura de la comunidad de macromicetos a través del análisis de la abundancia y distribución espacio-temporal de los esporomas en el paraje “El Pantano” del Parque Nacional Desierto de los Leones (PNDL). La vegetación del sitio corresponde a un bosque templado con dominancia de *Abies religiosa*, *Pinus hartwegii* y *Quercus* spp. El muestreo se realizó en trece parcelas de 3 × 10 m separadas 50 m una de la otra, ubicadas a lo largo de un gradiente de altitud de 3011 a 3265 m. La recolecta de esporomas se realizó semanalmente de septiembre de 2012 a septiembre de 2013. Se elaboraron análisis de componentes principales (ACP), para las abundancias y biomásas de las especies por parcela. Así mismo se hicieron análisis de similitud de Jaccard con las abundancias y biomásas de las especies por parcela; además se obtuvieron correlaciones no paramétricas de Spearman entre la abundancia, biomasa (en peso seco), frecuencia, riqueza y diversidad con la altitud. Del mismo modo se hicieron correlaciones de Spearman entre abundancia, biomasa (peso seco), frecuencia y riqueza de especies con la temperatura y precipitación mensuales. Fueron registrados también por recolecta, datos micro-ambientales como: temperatura del suelo, humedad relativa del aire, contenido de agua en el suelo y radiación solar superficial. En total se recolectaron 9255 esporomas pertenecientes a 100 especies, 55 géneros y 38 familias. La familia Strophariaceae fue la que registró mayor riqueza de géneros (siete) y el género *Inocybe* presentó la mayor riqueza de especies (18). Así mismo, se encontraron 17 especies (12 géneros) que constituyen nuevos registros para el PNDL. El ACP calculado a partir de las abundancias de las especies por parcela agrupó de la 1 a la 9 y dejó como independientes

a la 10, 11, 12 y 13; por su parte el ACP obtenido a partir de la biomasa agrupó a las parcelas 1 a 9 en conjunto con la 11, separando independientemente a la 10, 12 y 13. Los análisis de similitud de Jaccard tanto de abundancia como de biomasa indicaron valores bajos de similitud entre las parcelas (<35%). Hubo correlaciones significativas y positivas entre la frecuencia ($r_{12} = 0.807$; $P < 0.05$), abundancia ($r_{12} = 0.813$; $P < 0.05$), biomasa ($r_{12} = 0.741$; $P < 0.05$), riqueza ($r_{12} = 0.745$; $P < 0.05$) y diversidad [(H')] ($r_{12} = 0.626$; $P < 0.05$) con la altitud. Así mismo, hubo correlaciones significativas y positivas entre la precipitación mensual y la frecuencia ($r_{11} = 0.794$; $P < 0.05$), abundancia ($r_{11} = 0.696$; $P < 0.05$), biomasa ($r_{11} = 0.699$; $P < 0.05$) y riqueza de especies ($r_{11} = 0.795$; $P < 0.05$). Se calculó el índice de valor de importancia ecológica (IVI) por especie encontrando que de la comunidad micorrizógena (41 especies), *Lactarius deliciosus* es la de mayor valor con 9%. Por otro lado, de la comunidad saprobia (57 especies) *Trichaptum abietinum* es la que tiene el mayor valor con 43%. Las especies de géneros como *Inocybe*, *Thelephora*, *Cortinarius*, *Clavulina* y *Lactarius* fueron las más frecuentes, sin embargo, hubo 64 especies (63%) con distribución discreta (sitio-específicas) ubicándose en una sola parcela a lo largo del gradiente. Los valores micro-ambientales indican que *Inocybe geophylla* y *Clavulina cristata* fueron recolectados en intervalos más amplios de temperatura de suelo que el resto de las especies (6–21°C), a niveles más bajos de humedad del aire (52%), y a valores de radiación solar superficial muy altos (>240 W/m²), lo que permite afirmar que estas dos especies son euritópicas al mostrar un nicho ecológico más amplio en dónde desarrollar sus esporomas. Los análisis de correlación no mostraron relaciones significativas entre los atributos de la comunidad y la temperatura mensual, lo que corrobora que el factor principal que gobierna la fenología de los esporomas en el paraje “El Pantano” es la precipitación. Este trabajo denota que a pequeña escala, la altitud y la estructura espacial del bosque, favorecen el incremento de la frecuencia, biomasa y abundancia de esporomas, así como la riqueza de especies.

Palabras clave: gradiente altitudinal, fenología, parámetros micro-ambientales, *Inocybe geophylla*, *Clavulina cristata*, *Lactarius deliciosus*, *Trichaptum abietinum*.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Función y diversidad de los hongos

Los hongos son organismos eucariontes heterótrofos que se alimentan por la absorción de nutrientes los cuales degradan extracelularmente por medio de la secreción de enzimas al medio en el que se encuentren (Webster y Weber, 2007). Pueden tener hábitos alimentarios parásitos, saprobios o bien, vivir en asociación simbiótica conformando por ejemplo líquenes y micorrizas o viviendo como endófitos (Moore-Landecker, 1996; Herrera y Ulloa, 1998). Por esto son componentes de gran importancia en la mayoría de los ecosistemas constituyendo un grupo clave en la regulación del flujo de energía y del ciclaje de nutrimentos (Arnolds, 1992; Dighton, 2003). En particular, los macromicetos presentan un cuerpo somático microscópico cuyas estructuras del talo (hifas y micelio) no pueden ser percibidas a simple vista, por lo que su presencia e identificación depende principalmente de la formación de estructuras de reproducción sexual (los esporomas), las cuáles varían en tamaño, forma y periodicidad (Lisiewska, 1992).

De los 1.5 a 5.1 millones de especies de hongos que se estima existen a nivel mundial (Hawksworth, 2001; O'Brien *et al.*, 2005) han sido descritas 21 679 especies de macromicetos, estimando que debe haber entre 53 000 y 110 000 especies de este grupo en el mundo (Mueller *et al.*, 2007). Para México, con base en el número de especies de plantas y tipos de vegetación, el número de especies de macromicetos estaría entre 9 000 y 11 000 especies, de las cuales se conocen menos del 10% (Aguirre-Acosta *et al.*, 2014).

1.2. Comunidades fúngicas

Un conjunto de hongos de distintas especies en un hábitat determinado puede ser considerado como una comunidad fúngica y pueden ser estudiados en escalas pequeñas (desde mm² en las semillas), hasta escalas muy grandes (cientos de m² en el suelo del bosque) (Arnolds, 1992). La estructura de la comunidad está determinada por la composición de especies, su abundancia y su frecuencia, de modo que las especies que muestran abundancias y frecuencias anuales altas representan a las que contribuyen en

mayor medida al funcionamiento del ecosistema (Straatsma y Krisai-Greilhuber, 2003; Munguía *et al.*, 2006).

Pese a que la formación de esporomas macroscópicos está restringida a ciertas épocas del año, el micelio permanece en los ecosistemas por tiempo indefinido, siendo los cambios en los factores ambientales, como la precipitación y la temperatura, los que determinarán la formación, los patrones fenológicos y la distribución de los esporomas (Chacón y Guzmán, 1995; Munguía *et al.*, 2003; Gómez-Hernández *et al.*, 2012). Sin embargo, no todas las especies responden de la misma forma a estos cambios. Incluso si los factores climáticos y ambientales son similares entre regiones, la estructura de la comunidad puede ser distinta debido a las interacciones entre especies y su capacidad de dispersión entre otros aspectos (Munguía *et al.*, 2006). Morris y Robertson (2005) discuten que, a escalas pequeñas, la disponibilidad de recursos y los patrones de distribución de la vegetación afectan la estructura de la comunidad, mientras que a escalas espaciales mayores las comunidades de hongos se estructuran por el tipo y uso de suelo, la topografía y el microclima. Es por lo anterior, que, debido al tiempo restringido de aparición de los esporomas, es importante registrar los cambios estacionales en la estructura de la comunidad de macromicetos ya que de no ser tomada en cuenta esta variación, se subestimaría la diversidad de especies que están formando parte de una comunidad (Munguía *et al.*, 2006). Estudios como los de Alfredsen y Hoiland (2001), Straatsma *et al.* (2001) y Vázquez-Mendoza (2008) han mostrado cómo la distribución de esporomas varía a través del tiempo en gradientes altitudinales, que abarcan diferentes tipos de vegetación.

Hawksworth y Mueller (2005) señalan que estudios a pequeña escala diseñados para poner a prueba hipótesis particulares podrían resultar claves para comprender los patrones e interrelaciones a escalas mayores de las comunidades fúngicas. Tales estudios deberán emplear protocolos similares en diferentes biomas y comunidades a través de diversas regiones geográficas.

Es importante considerar las interacciones que pueden establecerse entre los hongos y otros organismos en cada ecosistema. Una de las relaciones simbióticas en las

que se ven involucrados una gran proporción de hongos macroscópicos son las ectomicorrizas, las cuales constituyen un elemento vital en todos los tipos de vegetación (Webster y Weber, 2007; Courty *et al.*, 2010) donde los patrones de especificidad de hospedero tienen un papel relevante en la estructura de las comunidades de macromicetos. En este sentido se han realizado trabajos para separar las comunidades de macromicetos en dos grupos funcionales: micorrizógenos y saprobios (Rinaldi, 2008 y Tedersoo *et al.*, 2010), en donde resalta la controversia sobre si esta separación es estricta o hay variación dentro de los grupos de especies, particularmente en lo que respecta a sus hospederos potenciales, al estado de la vegetación y a la disponibilidad de sustratos para la degradación (*e.g.* hojarasca y restos leñosos), ya que trabajos como los de Kranabetter *et al.* (2009) y de Reverchón *et al.* (2012a, b) han demostrado que los hongos son sensibles a la concentración de distintos nutrientes del suelo como carbono, fósforo y nitrógeno y pueden considerarse como indicadores de la productividad edáfica.

1.3. Muestreo de macromicetos

Debido a la complejidad de los ciclos vitales de los hongos y a la falta de conocimiento sobre sus patrones de distribución, es necesario investigar y poner en práctica distintos métodos de muestreo para estos organismos (Hawksworth y Mueller, 2005). En el estudio de comunidades de macromicetos se han implementado principalmente métodos de muestreo con transectos o a través de parcelas fijas (Alfredsen y Hoiland, 2001; Straatsma *et al.*, 2001; Egli *et al.*, 2006) considerando diferentes variables como lo son la riqueza de especies, composición, frecuencia espacial y temporal, abundancia y biomasa, entre otros. Como ejemplo de trabajos que han evaluado el cambio en la estructura de la comunidad de macromicetos en función de la altitud podemos mencionar los siguientes:

Kernaghan y Harper (2001) evaluaron la diversidad y composición de especies de hongos ectomicorrizógenos (ECM) a lo largo de un gradiente de altitud de 2000 a 2500 m en Alberta, Canadá. La zona abarcó un bosque subalpino con dominancia de *Picea engelmannii* y *Abies lasiocarpa*, una zona alpina con dominancia de *Dryas octopetala* y *D. integrifolia* y el ecotono entre ambas zonas con *Salix barrattiana*, *S. glauca*, *S. arctica* y

Betula glandulosa. Ellos encontraron que la riqueza y diversidad de micorrizas y esporomas disminuye con la altitud. *Cortinarius* fue el género con mayor riqueza de especies en todos los hábitats.

Montoya-Esquivel (2005) analizó la abundancia, diversidad, frecuencia y producción de esporomas de hongos silvestres comestibles a través de un gradiente altitudinal de 3120 a 3600 m, comparando dos laderas (sureste y suroeste) con distintos tipos de manejo en el Parque Nacional La Malinche, Tlaxcala. La vegetación correspondió a bosques de *Pinus* y *Abies*. Ella encontró que los valores mas altos en los atributos de la comunidad se registraron en las parcelas ubicadas en la ladera sureste que es la zona de mayor recolecta de hongos y leña, mientras que los valores mas bajos los registró en la ladera suroeste, zona sujeta a extracción intensiva de madera. La riqueza de especies fue la misma en ambas laderas sin embargo la composición fue distinta con especies exclusivas de cada sitio.

Vázquez-Mendoza (2008), por su parte, analizó la diversidad, composición y estructura de la comunidad de macromicetos a lo largo de un gradiente altitudinal de 2100 a 3200 m en la comunidad de Ixtepeji, Oaxaca. La vegetación correspondió a bosques de *Pinus pseudostrobus*, *P. leiophylla*, *Abies* sp. y *Quercus crassifolia*. Él encontró que la riqueza de macromicetos y la productividad aumentan con la altitud, a excepción de los hongos lignícolas, los cuales se mantuvieron constantes en todo el gradiente. Así mismo observó un alto recambio en la composición de especies a lo largo del gradiente (alta diversidad β) a partir de índices de Sorensen.

Zhang *et al.* (2010) describieron la estructura de macromicetos a través de diferentes tipos de vegetación en Yunnan, China, evaluando su composición y el efecto de la altitud en su distribución en un gradiente de 2100 a 4500 m. Ellos encontraron que hay un decremento en el número de especies y la diversidad conforme la altitud aumenta. El número máximo de especies así como los valores de diversidad más altos, se registraron entre 2100 y 2600 m. Los géneros *Russula*, *Boletus*, *Cortinarius*, *Lactarius* y *Amanita* fueron dominantes a lo largo del gradiente.

Por último, Gómez-Hernández *et al.* (2012) analizaron la riqueza y diversidad de macromicetos a lo largo de un gradiente de 0 a 4280 m en Veracruz, México. Ellos encontraron que la riqueza de los esporomas y en particular la comunidad micorrizógena muestran un pico en la parte media del gradiente (entre 1500 y 2500 m) y tiende a incrementarse con la altitud, a diferencia de los hongos xilófagos, los cuales decrecen conforme la altitud aumenta. La estructura de la vegetación y la riqueza de especies arbóreas se relacionó fuertemente con los grupos funcionales de hongos (micorrizógenos y xilófagos).

1.4. Justificación

El Parque Nacional Desierto de los Leones (PNDL) constituye un espacio de conservación de gran importancia para los habitantes de la Ciudad de México, ya que sus bosques generan diversos servicios ambientales y gran parte de sus manantiales son explotados para el abastecimiento de agua de la zona urbana (CONANP-SEMARNAT, 2006). Sin embargo, este parque se ha visto afectado debido a la influencia de la actividad humana y a la contaminación atmosférica, además de fenómenos ambientales como la lluvia ácida, las plagas y los incendios (CONANP-SEMARNAT, 2006). En particular, el paraje “El Pantano” constituye un centro de monitoreo y vigilancia ecológica el cual pretende conservar en mejor estado las condiciones del bosque, por lo que conocer las comunidades de hongos de este sitio es de gran importancia en términos de conservación de los recursos biológicos.

La mayoría de los trabajos micológicos se centran principalmente en la descripción de la diversidad de especies (Villanueva-Jiménez *et al.*, 2006), así como en el uso de los hongos (Bautista-Nava y Moreno-Fuentes, 2009). En México, son pocos los trabajos sobre ecología de comunidades de macromicetos (ver, por ejemplo, Munguía *et al.*, 2003, 2006; Montoya-Esquivel, 2005; Vázquez-Mendoza, 2008; Quiñónez-Martínez *et al.*, 2008; Garibay-Orijel *et al.*, 2009; Zamora-Martínez, 2010; Reverchón *et al.*, 2010, 2012a,b; Gómez-Reyes *et al.*, 2011; Gómez-Hernández *et al.*, 2012; Burrola-Aguilar *et al.*, 2013). En el PNDL se han descrito las especies de hongos poliporoides (García-Romero, 1973), la

presencia de especies microrrizógenas y su relación con el estado del bosque (García *et al.*, 1998), así como la diversidad de macromicetos de la zona (Tovar y Valenzuela, 2006). Sin embargo, aspectos sobre la estructura de la comunidad en un gradiente de altitud y en un estudio a largo plazo no se han realizado. Dada la importancia que los hongos tienen en diversos procesos ecológicos, estudios que integren los componentes espaciales y temporales, además de gradientes ambientales son necesarios para comprender qué factores son los que modifican la estructura de la comunidad en los ecosistemas.

El uso de métodos de muestreo por medio de parcelas en el estudio de macromicetos permite hacer comparaciones entre ecosistemas y, a largo plazo, permitirá que se perfeccionen las estrategias de recolecta y el estudio de la diversidad (Hawksworth y Mueller, 2005). Así mismo, estudios que involucren la dinámica espacial de las comunidades fúngicas en gradientes ambientales a pequeña escala son relevantes para conocer cómo responden los hongos a disturbios naturales y antropogénicos e implementar estrategias para su manejo y conservación (O'Dell *et al.*, 1999; Gómez-Hernández *et al.*, 2012).

II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

El objetivo general de este trabajo es conocer la estructura de la comunidad de macromicetos del paraje “El Pantano” dentro del Parque Nacional Desierto de los Leones (PNDL), por medio del análisis de la abundancia, distribución temporal y espacial, así como de la biomasa de los esporomas a través de un gradiente ambiental mediado por la altitud.

Los objetivos particulares son los siguientes:

1. Conocer la riqueza y diversidad de esporomas de macromicetos del paraje “El Pantano” del PNDL.
2. Conocer la fenología reproductiva de los macromicetos en esta localidad.
3. Conocer los rasgos microambientales que tienen los sitios en los cuales los hongos del paraje “El Pantano” producen sus esporomas.

Se hipotetiza que, si a lo largo del gradiente altitudinal las condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa o intensidad de luz) varían, entonces la composición, abundancia y frecuencia, así como la biomasa de macromicetos serán distintas a lo largo de este gradiente.

Por otro lado, si la presencia de esporomas depende principalmente de la precipitación y la temperatura (Chacón y Guzmán, 1995; Munguía *et al.*, 2003; Gómez-Hernández *et al.*, 2012), entonces la abundancia y biomasa de esporomas estará correlacionada de manera directa con el incremento de la precipitación y temperatura para la mayoría de las especies.

Los suelos del lugar poseen rocas de origen volcánico, permanecen húmedos la mayor parte del año y mantienen niveles de pH ligeramente ácidos. Su clima es templado sub-húmedo con lluvias en verano, con una temperatura media anual de 11°C y una precipitación de 1340 mm, concentrándose las lluvias entre junio y septiembre (CONANP-SEMARNAT, 2006; Tovar y Valenzuela, 2006).

La vegetación del PNDL está representada en su mayoría por bosques de oyamel [*Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. & Cham], pino (*Pinus hartwegii* Lindl.) y encinos (*Quercus* spp.), los cuales albergan 378 especies de plantas vasculares repartidas en 74 familias y 219 géneros siendo la familia Asteraceae la mejor representada (Tovar y Valenzuela, 2006). Existen siete especies de anfibios, todas endémicas, ocho especies de reptiles, 28 especies de mamíferos y 94 de aves (Tovar y Valenzuela, 2006). En particular en el sitio muestreado se identificaron individuos arbóreos pertenecientes a siete especies distintas, siendo las especies dominantes *Cupressus lusitanica* Mill., *Prunus serotina* ssp. *capuli* (Cav.) McVaugh, *Abies religiosa* y *Pinus* sp. Además se registraron en menor número *Buddleia cordata* Kunth, *Salix cana* M. Martens & Galeotti y una especie no identificada de la familia Rosaceae. Así mismo el porcentaje de troncos muertos y caminos en las parcelas fue variable conforme se ascendía en el gradiente.

Se han registrado 110 especies de macromicetos para el PNDL, los cuales pertenecen a 32 familias: 7 familias con 16 géneros de Ascomycota y 25 familias con 49 géneros de Basidiomycota, siendo las familias con mayor riqueza de especies Tricholomataceae con 19, seguida de Polyporaceae (10), Amanitaceae (8), Boletaceae (7) y Morchellaceae y Pezizaceae con 6 especies cada una (Tovar y Valenzuela, 2006).

En general el PNDL es un sitio altamente perturbado debido a diversos factores. El primero de ellos es la cercanía con el Valle de México, de tal modo que desde la década de los 80's ha habido un incremento en el decaimiento crónico de los bosques del sitio, asociado principalmente con las emisiones de gases contaminantes como el ozono y que en consecuencia ha derivado en la muerte masiva de los individuos arbóreos (Cibrián, 1989) en particular en sitios como el paraje "El Pantano" (González-Medina *et al.*, 2010). El segundo factor de disturbio fue un incendio ocurrido en 1998 que afectó gran parte de

la extensión del parque y que modificó la estructura vegetal dando paso a un proceso de sucesión secundaria; debido a las altas temperaturas que se presentaron previo a la temporada de lluvias de ese año, también se presentaron incendios en otras regiones cercanas como el Parque Nacional La Malinche, Tlaxcala tal y como lo reporta Montoya-Esquivel (2005). El último de los factores asociados al deterioro del PNDL es el incremento de las plagas de insectos descortezadores, la cual se vió favorecida por los dos eventos de disturbio previamente descritos y continúa afectando al arbolado de sitio.

IV. MÉTODOS

4.1. Estrategia de muestreo

El muestreo en campo consistió en ubicar una línea de 600 m de longitud orientada hacia el noroeste y paralela al gradiente de altitud que fue de 3011 a 3265 m. A lo largo de dicha línea, se delimitaron 13 parcelas rectangulares de 3 × 10 m. Las parcelas se ubicaron a 50 m de distancia una de otra tal y como se muestra en la figura 4.1.

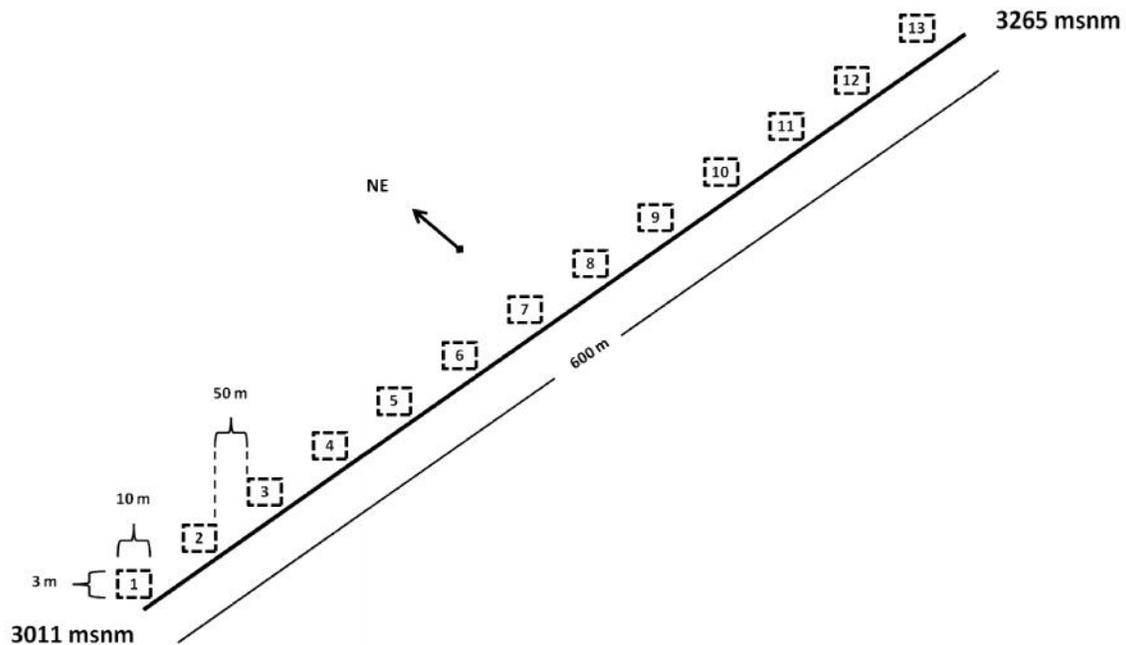


Figura 4.1. Diagrama de muestreo en campo. La altitud de cada parcela (m.s.n.m.) es: 1=3011; 2=3018; 3=3025; 4=3035; 5=3040; 6=3089; 7=3191; 8=3206; 9=3216; 10=3231; 11=3240; 12=3255; 13=3265. NE= Noroeste.

4.2. Recolección de esporomas

La recolección de macromicetos se hizo semanalmente. Una semana fueron muestreadas siete parcelas (las nones) y la siguiente las seis restantes (las pares), completando la visita a las 13 parcelas cada 15 días. En total cada parcela fue visitada 26 veces entre septiembre de 2012 y septiembre de 2013.

Se recolectaron todos los esporomas de más de 2 cm de altura encontrados en cada parcela y se procesaron los ejemplares maduros en buen estado para su determinación taxonómica. Se consideró como individuo al esporoma solitario y, en caso de haber un parche de esporomas, se tomaron como individuos si la separación entre

ellos superaba los 2 m (Ramírez-López, 2011). Una vez localizado un esporoma o un parche cubierto por éstos en una parcela, se registró: el tamaño del individuo (largo y ancho del ejemplar o del parche) y número de esporomas por parche. Además, se registraron datos ambientales en cada sitio de recolecta: temperatura (°C), contenido de agua del suelo a 5 cm de profundidad (m^3/m^3), humedad relativa del aire (%) e intensidad de luz superficial (W/m^2); esto con la ayuda de sensores ambientales (HOBO Micro station Data Logger –H21-002). Se consideró como radiación solar alta a los valores por encima de los $240 W/m^2$ (SIMAT, 2014). También se registró en cada muestreo el tipo de sustrato en el que crecía cada ejemplar (terrícola, húmicola o lignícola) y el hábito de crecimiento: solitario, gregario (esporomas que crecen muy cercanos uno del otro) o disperso (separados por 30-60 cm) (Delgado *et al.*, 2005).

Los ejemplares recolectados se colocaron en bolsas de papel encerado debidamente etiquetados. Se tomó un registro fotográfico por recolecta y se describieron los caracteres de los esporomas *in situ* como son del píleo: el tamaño, la forma, el margen, el borde, la superficie, la ornamentación, la textura y el color; de las láminas: la forma, el grosor, el borde, la unión con el estípote, la separación y el color; del estípote: la longitud, el grosor, la superficie, la consistencia y el color, tal como lo recomienda Delgado *et al.* (2005).

En este trabajo los macromicetos con esporomas perennes (MEP) son considerados como aquellos que permanecen a lo largo del año debido al tipo de hifas que los componen y les dan esa consistencia correosa. Debido a esto, los MEP se recolectaron únicamente en dos ocasiones durante todo el estudio, con la finalidad de comparar la biomasa que acumulan después de un ciclo anual dado que estos esporomas son de lento crecimiento y el estudio fenológico no puede ser estudiado de la misma forma que los hongos con esporomas efímeros. Del total de esporomas en todas las parcelas, se seleccionaron aleatoriamente la mitad, que fue recolectada en marzo de 2013. La mitad restante se recolectó en marzo de 2014 completando un año de intervalo entre ambas recolectas.

4.3. Medición de biomasa

Los esporomas recolectados fueron deshidratados durante siete días en una cámara de ambientes controlados a 37°C, después de lo cual fueron pesados en una balanza analítica para obtener su biomasa en peso seco.

4.4. Determinación de ejemplares

Los esporomas recolectados se separaron por morfoespecie y se determinaron hasta el nivel taxonómico más fino posible con la ayuda de claves taxonómicas de caracteres macro y microscópicos (Largent y Baroni, 1988; Nishida, 1989). Los ejemplares en buen estado se depositaron en la Colección de Macromicetos del Herbario de la Facultad de Ciencias (FCME) de la Universidad Nacional Autónoma de México.

4.5. Análisis estadísticos

Para analizar si existía un patrón en la distribución de las especies de acuerdo con su abundancia y biomasa en el gradiente altitudinal, se realizaron Análisis de Componentes Principales (ACP) con los datos tanto de las abundancias como de las biomásas totales registradas para los esporomas de cada especie. Del mismo modo se realizaron análisis de agrupamiento de Jaccard utilizando por un lado las abundancias y por otro las biomásas totales registradas para los esporomas de cada especie. Estos análisis se realizaron en el programa BioDiversity PRO (Sams, versión 2.0).

Se hicieron correlaciones de Spearman entre la altitud contra la frecuencia de registros, la biomasa, la riqueza y la abundancia de esporomas en el programa STATISTICA (Statsoft versión 2008).

Con la finalidad de conocer la importancia de cada especie *i* se calculó su índice de valor de importancia (*IVI*) considerando toda la comunidad de macromicetos y separando la comunidad micorrizógena de la saprobia, por tener funciones muy distintas en el ecosistema, utilizando la siguiente ecuación (modificada de Garibay-Orijel *et al.*, 2009):

$$IVI_i = (AR_i + BR_i + FTR_i + FER_i) / 400$$

donde AR_i es la abundancia relativa de esporomas, BR_i es la biomasa seca relativa de esporomas, FTR_i es la frecuencia temporal relativa y FER_i la frecuencia espacial relativa.

Para determinar si había una relación entre la frecuencia de registros y la biomasa con las condiciones ambientales, se hicieron correlaciones de Spearman entre estas variables y los registros de temperatura promedio mensual y la precipitación acumulada mensual. Por otro lado, se hicieron correlaciones de Spearman entre la riqueza y abundancia de los hongos con la temperatura y precipitación quincenales. Los registros de temperatura y precipitación mensuales, se obtuvieron de estaciones meteorológicas cercanas a la zona de estudio (la precipitación de la estación pluviométrica Desierto de los Leones, Del. Cuajimalpa, D.F. y la temperatura de los registros del observatorio de Tacubaya, Del. Miguel Hidalgo, D.F.) (Ver detalles en Apéndice IV). Estos análisis se realizaron en el programa STATISTICA (Statsoft versión 2008).

Así mismo, se calcularon los índices de diversidad de Simpson (D') y de Shannon-Wiener (H') por parcela de muestreo utilizando la frecuencia de registro por especie (Begon *et al.*, 2006). Posteriormente se hicieron las correlaciones de Spearman entre H' y D' con la altitud.

Se elaboró la curva de Rango-Abundancia con el número de esporomas por especie, para conocer la distribución de la abundancia de los esporomas. La abundancia fue transformada usando el logaritmo base dos por especie (Richard *et al.*, 2004). Además, se elaboró la curva de acumulación de especies con 1000 iteraciones aleatorias para describir si el esfuerzo de muestreo fue suficiente y posteriormente fueron calculados dos estimadores de riqueza (Chao2 y Jack-Knife 2) para conocer el número de especies potencial del sitio. Ambas gráficas se realizaron en el programa PRIMER 5 (PRIMER-E v5, Clarke).

V. RESULTADOS

5.1. *Taxa* registrados en “El Pantano”

Entre septiembre de 2012 y septiembre de 2013 se realizaron 296 recolectas en las que se registró un total de 9255 esporomas pertenecientes a 100 especies, 55 géneros y 38 familias de hongos macroscópicos (Tabla 5.1). La familia que presentó el mayor número de géneros fue Strophariaceae con siete (Tabla 5.2). Los géneros que registraron el mayor número de especies fueron: *Inocybe* con 18, *Mycena* con 6 y *Tricholoma*, *Coprinus* y *Clavulina* con 3 cada uno (Tabla 5.2; fig. 5.1).

Tabla 5.1. Número de familias, géneros y especies por phyla de hongos registrados en el paraje “El Pantano” del Parque Nacional Desierto de los Leones, D.F. Nomenclatura basada en Kirk *et al.* (2008).

	Ascomycota	Basidiomycota	TOTAL
Familias	3	35	38
Géneros	3	52	55
Especies	5	95	100

Tabla 5.2. Listado de especies por familia de los hongos registrados en el paraje “El Pantano” del Parque Nacional Desierto de los Leones, D.F. Nomenclatura basada en Largent y Baroni (1988), Nishida (1989) y Kirk *et al.* (2008). “Subgen.” se refiere a subgénero y “secc.” a sección. Aso= Asociación, M= Micorrizógeno, S= Saprobio.

Familia	Género	Especie	Aso
Geoglossaceae	<i>Trichoglossum*</i>	<i>Trichoglossum</i> sp. 1**	S
Morchellaceae	<i>Morchella</i>	<i>Morchella</i> cf. <i>angusticeps</i> Peck.	M
		<i>Morchella</i> sp. 1	M
Pezizaceae	<i>Peziza</i>	<i>Peziza badia</i> Pers.	S
		<i>Peziza</i> sp. 1	S
Agaricaceae	<i>Coprinus</i>	<i>Coprinus atramentarius</i> (Bull.) Fr.	S
		<i>Coprinus lagopus</i> (Fr.) Fr.	S
		<i>Coprinus</i> sp. 1	S
Amanitaceae	<i>Amanita</i>	<i>Amanita gemmata</i> (Fr.) Bertill.	M
Auriculariaceae	<i>Auricularia</i>	<i>Auricularia polytricha</i> (Mont.) Sacc.	S
		<i>Phlogiotis</i> sp. 1	S

Tabla 5.2. (Continúa)

Familia	Género	Especie	Aso	
Auriscalpiaceae	<i>Lentinellus</i>	<i>Lentinellus</i> sp. 1	S	
Bolbitiaceae	<i>Bolbitius</i>	<i>Bolbitius</i> sp. 1	S	
	<i>Conocybe</i> *	<i>Conocybe</i> sp. 1**	S	
		<i>Conocybe</i> sp. 2**	S	
Boletaceae	<i>Boletus</i>	<i>Boletus pulverulentus</i> Opat.	M	
		<i>Boletus</i> sp. 1	M	
	<i>Xerocomus</i>	<i>Xerocomus chrysenteron</i> (Bull.) Quél.	M	
Clavariaceae	<i>Clavaria</i>	<i>Clavaria</i> sp. 1	S	
	<i>Ramariopsis</i> *	<i>Ramariopsis</i> sp. 1**	S	
Clavulinaceae	<i>Clavulina</i>	<i>Clavulina</i> cf. <i>cinerea</i> (Bull.) J. Schröt.	S	
		<i>Clavulina cristata</i> (Holmsk.) J. Schröt.	S	
		<i>Clavulina</i> sp. 1	S	
Cortinariaceae	<i>Cortinarius</i> *	<i>Cortinarius</i> sp. 1**	M	
		<i>Cortinarius</i> sp. 2**	M	
	<i>Phaeocollybia</i>	<i>Phaeocollybia</i> sp. 1	M	
Dacrymycetaceae	<i>Dacryopinax</i> *	<i>Dacryopinax lowyi</i> S. Sierra & Cifuentes**	S	
Entolomataceae	<i>Entoloma</i>	<i>Entoloma</i> sp. 1	S	
		<i>Rhodocybe</i>	<i>Rhodocybe</i> sp. 1	S
		<i>Rhodocybe</i> sp. 2	S	
Fomitopsidaceae	<i>Fomitopsis</i>	<i>Fomitopsis pinicola</i> (Sw.) P. Karst.	S	
Geastraceae	<i>Geastrum</i>	<i>Geastrum saccatum</i> Fr.	S	
Gloeophyllaceae	<i>Gloeophyllum</i>	<i>Gloeophyllum sepiarium</i> (Wulfen) P. Karst.	S	
Gomphaceae	<i>Ramaria</i>	<i>Ramaria</i> sp. 1	S	
		<i>Ramaria</i> subgen. <i>Lentoramaria</i> sp. 2	S	
Hydnangiaceae	<i>Laccaria</i>	<i>Laccaria</i> sp. 1	M	
Hygrophoraceae	<i>Camarophyllus</i> *	<i>Camarophyllus</i> sp. 1**	S	
Hygrophoropsidaceae	<i>Hygrophoropsis</i> *	<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i> (Wulfen) Maire**	S	
Hymenochaetaceae	<i>Hymenochaete</i> *	<i>Hymenochaete</i> sp. 1**	S	
		<i>Hymenochaete</i> sp. 2**	S	
Inocybaceae	<i>Inocybe</i>	<i>Inocybe geophylla</i> (Bull.) P. Kumm	M	
		<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> secc. <i>Inocybium</i> sp. 1	M	
		<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> secc. <i>Inocybe</i> sp. 2	M	
		<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> secc. <i>Inocybium</i> sp. 3	M	
		<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inosperma</i> secc. <i>Rimosae</i> sp. 4	M	
		<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inosperma</i> secc. <i>Rimosae</i> sp. 5	M	
		<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> secc. <i>Inocybe</i> sp. 6	M	
		<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> secc. <i>Inocybium</i> sp. 7	M	
		<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> secc. <i>Inocybium</i> sp. 8	M	
		<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> secc. <i>Inocybe</i> sp. 9	M	
		<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> secc. <i>Inocybium</i> sp. 10	M	
		<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> secc. <i>Inocybe</i> sp. 11	M	
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> secc. <i>Inocybium</i> sp. 12	M			

Tabla 5.2. (Continúa)

Familia	Género	Especie	Aso
		<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> secc. <i>Inocybe</i> sp. 13	M
		<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> secc. <i>Inocybium</i> sp. 14	M
		<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inosperma</i> secc. <i>Rimosae</i> sp. 15	M
		<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> secc. <i>Inocybium</i> sp. 16	M
		<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inosperma</i> secc. <i>Rimosae</i> sp. 17	M
Lyophyllaceae	<i>Lyophyllum</i>	<i>Lyophyllum</i> sp. 1	S
		<i>Lyophyllum</i> sp. 2	S
Marasmiaceae	<i>Marasmiellus</i> *	<i>Marasmiellus</i> sp. 1**	S
		<i>Marasmiellus</i> sp. 2**	S
Marasmiaceae	<i>Marasmius</i>	<i>Marasmius</i> sp. 1	S
		<i>Marasmius</i> sp. 2	S
Mycenaceae	<i>Mycena</i>	<i>Mycena</i> sp. 1	S
		<i>Mycena</i> sp. 2	S
		<i>Mycena</i> sp. 3	S
		<i>Mycena</i> sp. 4	S
		<i>Mycena</i> sp. 5	S
		<i>Mycena</i> sp. 6	S
Physalacriaceae	<i>Armillaria</i>	<i>Armillaria</i> sp. 1	S
	<i>Cyptotrampa</i>	<i>Cyptotrampa</i> sp. 1	S
Pluteaceae	<i>Pluteus</i> *	<i>Pluteus</i> sp. 1**	S
Polyporaceae	<i>Polyporus</i>	<i>Polyporus</i> sp. 1	S
	<i>Trichaptum</i>	<i>Trichaptum abietinum</i> (Dicks.) Ryvarde	S
Psathyrellaceae	<i>Psathyrella</i>	<i>Psathyrella</i> sp. 1	S
	<i>Pseudocoprinus</i> *	<i>Pseudocoprinus</i> sp. 1**	S
Russulaceae	<i>Lactarius</i>	<i>Lactarius deliciosus</i> (L.) Gray	M
		<i>Lactarius</i> sp. 1	M
	<i>Russula</i>	<i>Russula</i> sp. 1	M
		<i>Russula</i> sp. 2	M
Sebacinaceae	<i>Tremellodendron</i>	<i>Tremellodendron</i> sp. 1	M
Strophariaceae	<i>Agrocybe</i> *	<i>Agrocybe</i> cf. <i>praecox</i> (Pers.) Fayod**	S
		<i>Agrocybe</i> sp. 1**	S
Strophariaceae	<i>Galerina</i>	<i>Galerina</i> sp. 1	S
	<i>Gymnopilus</i>	<i>Gymnopilus</i> sp. 1	S
		<i>Gymnopilus</i> sp. 2	S
	<i>Hebeloma</i>	<i>Hebeloma</i> sp. 1	M
	<i>Hypholoma</i>	<i>Hypholoma</i> sp. 1	S
		<i>Hypholoma</i> sp. 2	S
	<i>Naucoria</i>	<i>Naucoria</i> sp. 1	M
	<i>Pholiota</i>	<i>Pholiota</i> sp. 1	S
Suillaceae	<i>Suillus</i>	<i>Suillus</i> sp. 1	M
Thelephoraceae	<i>Thelephora</i>	<i>Thelephora</i> cf. <i>palmata</i> (Scop.) Fr.	M
		<i>Thelephora</i> cf. <i>terrestris</i> Ehrh.	M

Tabla 5.2. (Continúa)

Familia	Género	Especie	Aso
Tremellaceae	<i>Tremella</i>	<i>Tremella fuciformis</i> Berk.	S
Tricholomataceae	<i>Clitocybe</i>	<i>Clitocybe</i> sp. 1	M
	<i>Tricholoma</i>	<i>Tricholoma</i> sp. 1	M
		<i>Tricholoma</i> sp. 2	M
		<i>Tricholoma</i> sp. 3	M

* Nuevo género registrado para el Parque Nacional Desierto de los Leones.

** Nueva especie registrada para el Parque Nacional Desierto de Los Leones.

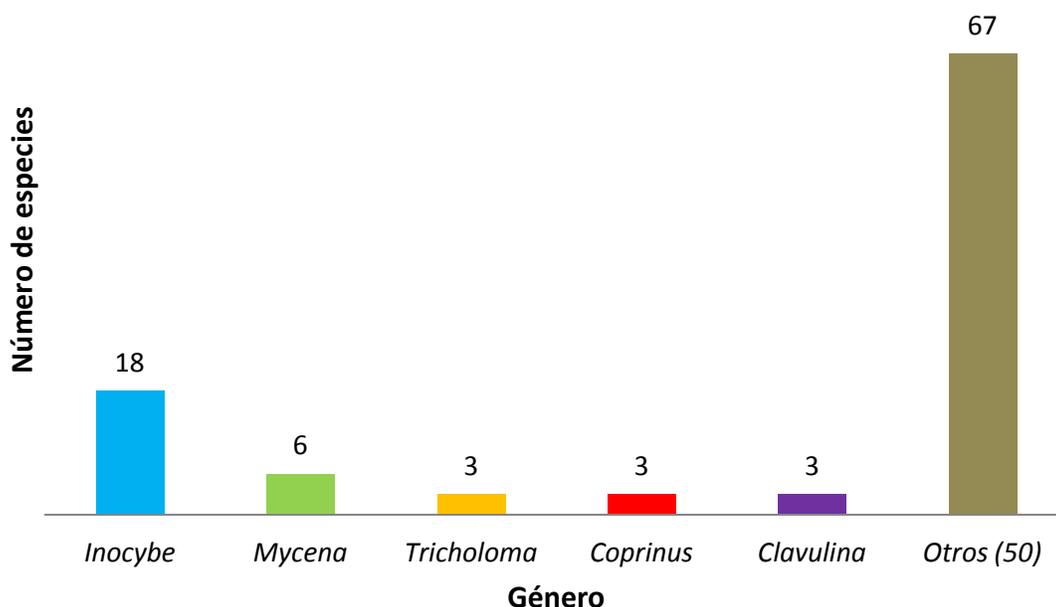


Figura 5.1. Especies por género de los hongos registrados en el paraje “El Pantano” del Parque Nacional Desierto de Los Leones, D.F. Nomenclatura basada en Kirk *et al.* (2008). En la categoría “Otros” están representados 50 géneros con dos o menos especies cada uno.

Del total de especies con esporomas anuales (98; *i.e.*, excluyendo a *Fomitopsis pinicola* y *Gloeophyllum sepiarium*), 59% correspondió a especímenes terrícolas, 20% a lignícolas y 6% humícolas; el 14% restante se encontraron en dos o más de estos sustratos (Apéndice I). El 42% de los registros correspondió a géneros micorrizógenos y 59% a géneros saprobios. Dado que no se inspeccionó si en efecto había o no interacción entre las raíces y el micelio (debido a que el estudio se centró en los esporomas), se hizo la separación de acuerdo a lo reportado en la literatura y a los sustratos en los que se encontraban creciendo los esporomas (Pritsch *et al.*, 1997; García *et al.*, 1998; Hobbie *et al.*, 2002; Trudell y Edmonds, 2004; Schneider *et al.*, 2005; Rinaldi *et al.*, 2008; Tedersoo *et al.*, 2010; Jones *et al.*, 2012; Hernández-Rodríguez *et al.*, 2013). En particular, para este trabajo se

consideraron como *taxa* saprobios a las tres especies del género *Clavulina* (ver tabla 5.2) pese a que dos trabajos de revisión previamente publicados por Rinaldi (2008) y Tedersoo *et al.* (2010) ubican a este género como ectomicorrizógeno sin embargo, en nuestras observaciones las ubicamos esporulando sobre madera en descomposición, con el micelio invadiendo dicho sustrato y en parcelas ubicadas en zonas expuestas. De las especies registradas 17 pertenecen a 12 géneros no registrados para la zona que son: *Agrocybe*, *Conocybe*, *Cortinarius*, *Hymenochaete* y *Marasmiellus* con dos especies cada uno; *Camarophyllus*, *Dacryopinax*, *Hygrophoropsis*, *Pluteus*, *Pseudocoprinus*, *Ramariopsis* y *Trichoglossum* con una especie cada uno.

5.2. Estructura de la comunidad

A continuación se analiza la estructura de la comunidad de macromicetos, excluyendo los datos de las especies con esporomas perennes (*Fomitopsis pinicola* y *Gloeophyllum sepiarium*) debido a que la recolecta de éstos se realizó sólo dos veces en el intervalo de muestreo y a que su biomasa seca es muy alta.

5.2.1. Frecuencia de registros. La especie con mayor frecuencia de registros de toda la comunidad fue *Inocybe geophylla* con 15, representando el 5% del total de los registros; le sigue *Cortinarius* sp. 1, *Lactarius deliciosus* y *Thelephora* cf. *terrestris* con 12 (4.1%) cada una, *Clavulina cristata* y *Hebeloma* sp. 1 con 11 (3.7%) cada una y *Peziza badia* con nueve (3%). El resto (214) lo registran 91 especies que aportan menos del 3% al total cada una y en conjunto representan el 72.3% del total de los registros (Fig. 5.2; Apéndice I).

Por otra parte, tomando en cuenta solo a la comunidad micorrizógena, se observa nuevamente que *Inocybe geophylla* es la especie dominante con 15 (9%) de los registros. A ésta le siguen *Cortinarius* sp. 1, *Lactarius deliciosus* y *Thelephora* cf. *terrestris* con 12 (7.2%) cada una y *Hebeloma* sp. 1 con 11 (6.6%). El resto de los registros (104) corresponde a 36 especies micorrizógenas que aportan menos del 5% cada una al total y en conjunto representan el 62.7% del total de los registros de las especies micorrizógenas (Fig. 5.2). De las especies saprobias, en cambio, *Clavulina cristata* fue la que tuvo mayor

número de registros con 11 (8.5%). A ésta le siguen *Peziza badia* con nueve (6.9%), *Trichaptum abietinum* con ocho (6.2%) y *Auricularia polytricha* con siete (5.4%). El resto de los registros corresponde a 53 especies saprobias que aportan menos del 5% cada una al total y en conjunto representan el 73.1% del total de los registros de las especies saprobias (Fig. 5.2).

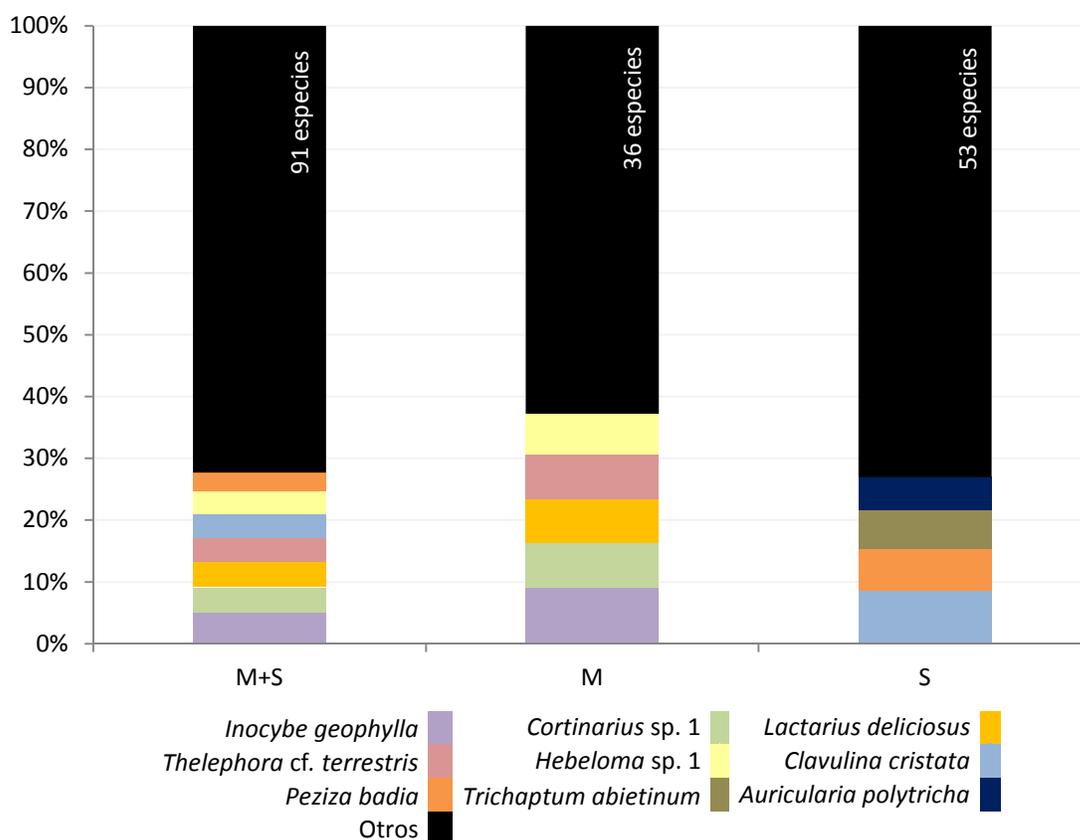


Figura 5.2. Frecuencia de registros por especie de los hongos registrados en el paraje "El Pantano" del Parque Nacional Desierto de Los Leones, D.F. **M+S** = Toda la comunidad (N = 296). **M** = Comunidad micorrizógena (N = 166). **S** = Comunidad saprobias (N = 130).

5.2.2. *Biomasa*. El total de la biomasa obtenida en peso seco de todos los esporomas anuales fue de 481.8 g. *Trichaptum abietinum* es la especie que mayor biomasa seca aporta al total de los registros con 221.1 g que representan el 46% del total acumulado. A ésta le siguen *Lactarius deliciosus* con 35.9 g (7.4%), *Suillus* sp. 1 con 26.5 g (5.5%), *Cortinarius* sp. 2 con 15.1 g (3.1%) y *Clavulina cristata* con 14.5 g (3%). El resto de las especies (93) aportan menos del 3% cada una al total de la biomasa y en conjunto acumulan 168.8 g (35%) del total del peso seco. (Fig. 5.3; Apéndice I). Al analizar sólo a la

comunidad micorrizógena se observa que *Lactarius deliciosus* es la que aporta mayor biomasa con 35.9 g (19.7%). A ésta le siguen *Suillus* sp. 1 con 26.5 g (14.6%), *Cortinarius* sp. 2 con 15.1 g (8.3%), *Thelephora* cf. *palmata* con 11.7 g (6.4%) y *Cortinarius* sp. 1 con 10.2 g (5.6%). El resto de las especies (36) aportan menos del 5% cada una al total de la biomasa y en conjunto acumulan 82.4 g (45.3%) del total del peso seco de la comunidad micorrizógena (Fig. 5.3). En cambio considerando solo las especies saprobias, *Trichaptum abietinum* es la que mayor biomasa seca aporta con 221.1 g (73.7%) al total. A ésta le siguen *Clavulina cristata* con 14.5 g (4.8%), *Peziza badia* con 11.8 g (3.9%) y *Auricularia polytricha* con 10.7 g (3.6%). El resto de las especies (53) aportan menos del 3% cada una al total de la biomasa y en conjunto acumulan 42.1 g (14%) del total del peso seco de la comunidad saprobia (Fig. 5.3).

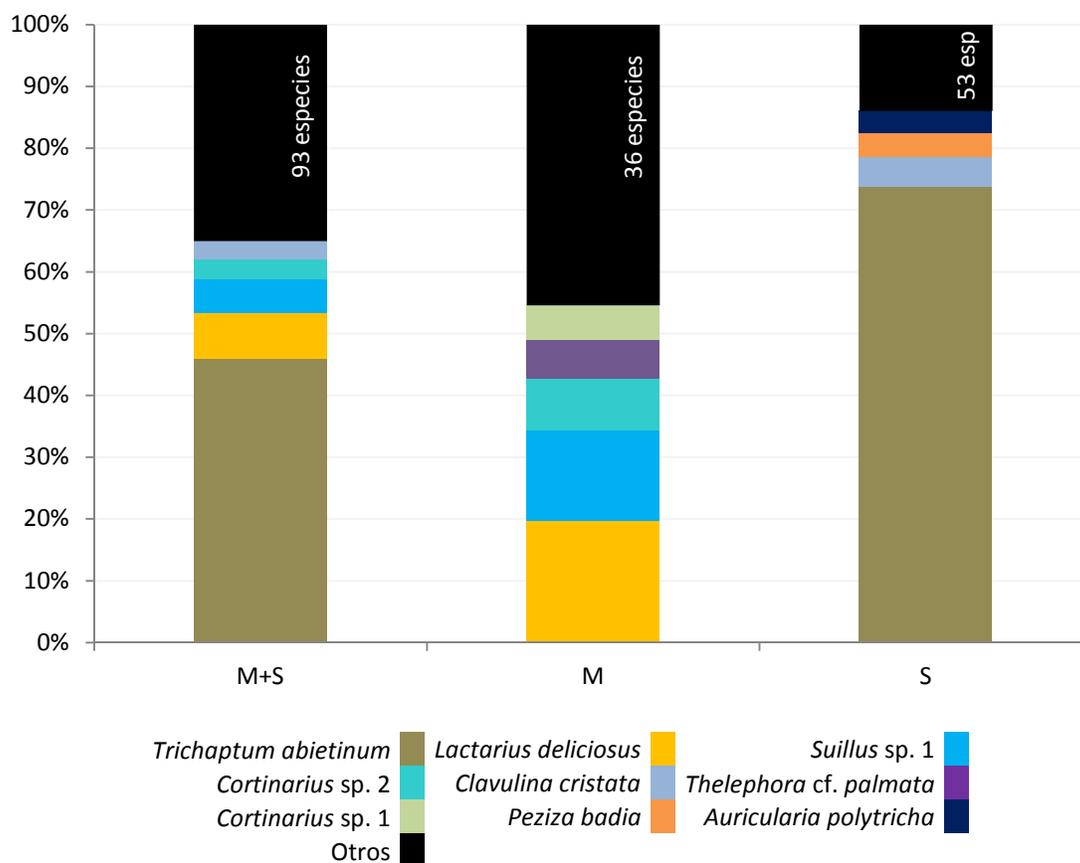


Figura 5.3. Biomasa seca acumulada por especie de los hongos registrados en el paraje "El Pantano" del Parque Nacional Desierto de Los Leones, D.F. **M+S** = Toda la comunidad ($N = 481.8$ g). **M** = Comunidad micorrizógena ($N = 181.7$ g). **S** = Comunidad saprobia ($N = 300.1$ g).

5.2.3. Índice de valor de importancia (IVI). *Trichaptum abietinum* fue la especie que obtuvo el valor más alto de IVI de toda la comunidad con 32.4%. A este le siguen *Lactarius deliciosus* con 3.4% y *Clavulina cristata* con 3.2%. El resto de las especies (95) tuvo valores inferiores a 3% cada una y en conjunto suman el 61% del IVI (Fig. 5.4; Apéndice I). Al evaluar sólo la comunidad micorrizógena, *Lactarius deliciosus* es la especie que mayor valor de IVI obtuvo con 9.2%. A ésta le siguen *Thelephora* cf. *palmata* con 8.7 %, *Inocybe geophylla* con 7.9%, *Thelephora* cf. *terrestris* con 5.8% y *Suillus* sp. 1 con 5.5%. El resto de las especies (36) tuvo valores inferiores al 5% cada una y en conjunto suman el 62.9% del IVI de la comunidad micorrizógena (Fig. 5.4). De las morfoespecies saprobias en cambio, *Trichaptum abietinum* es las que obtuvo el valor más alto de IVI con 42.5%. A ésta le siguen *Clavulina cristata* con 5.4%, *Peziza badia* con 3.3% y *Auricularia polytricha* con 3.0%. El resto de las especies (53) tuvo valores inferiores al 3% cada una y en conjunto suman el 45.7% del IVI de la comunidad saprobia (Fig. 5.4).

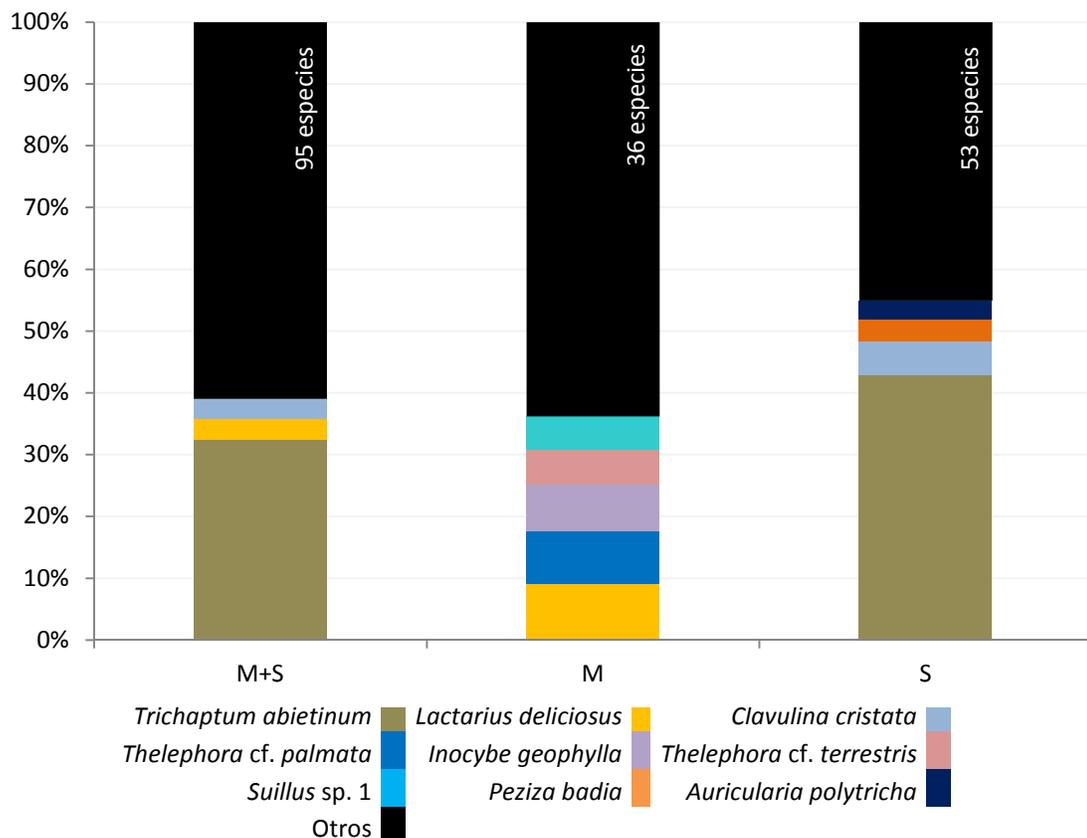


Figura 5.4. Índice de Valor de Importancia (IVI) por especie de los hongos del paraje “El Pantano” del Parque Nacional Desierto de Los Leones, D.F. **M+S** = Toda la comunidad (N = 98). **M** = Comunidad micorrizógena (N = 36). **S** = Comunidad saprobia (N = 57).

5.3. Los macromicetos con esporomas perennes

Se registraron dos especies de macromicetos con esporomas perennes (MEP) que son: *Fomitopsis pinicola* y *Gloeophyllum sepiarium*. *F. pinicola* tuvo una abundancia de 13 esporomas (en 2013) con una biomasa anual promedio de 113.3 g (± 22.8). En 2014 por su parte tuvo una abundancia de 14 esporomas con una biomasa anual promedio de 90.3 g (± 26.9). En tanto *G. sepiarium* tuvo una abundancia de tres esporomas (en 2013) y una biomasa promedio anual de 0.5 g (± 0.25), mientras que en 2014 tuvo una abundancia de cuatro esporomas y una biomasa promedio anual de 0.3 g (± 0.05).

5.4. La comunidad de macromicetos en el gradiente altitudinal

5.4.1. Análisis de componentes principales. El ACP realizado con base en los datos de abundancia total por especie en cada parcela separó claramente cuatro grupos (Fig. 5.5). No obstante, el porcentaje de la variación explicada en general es bajo ya que entre los primeros dos componentes explican el 30.8% de la variación en términos de la abundancia por especie, el componente principal (CP) 1 explica el 16.8% de la variación y el CP2 14.0%; el agrupamiento más grande lo conforman las parcelas 1 a 10 y como elementos separados y aislados se encuentran las parcelas 11, 12 y 13. Por otro lado el ACP realizado con base en los datos de la biomasa (peso seco) total por especie en cada parcela separó de nueva cuenta cuatro grupos (Fig. 5.6); el componente principal (CP) 1 explica el 16.5% de la variación y el CP2 13.9%, sumando en conjunto el 30.4%, muy semejante al ACP realizado con las abundancias por especie, sin embargo en este caso, el agrupamiento más grande lo conforman las parcelas 1 a 9 en conjunto con la 11; como elementos separados y aislados se encuentran las parcelas 10, 12 y 13.

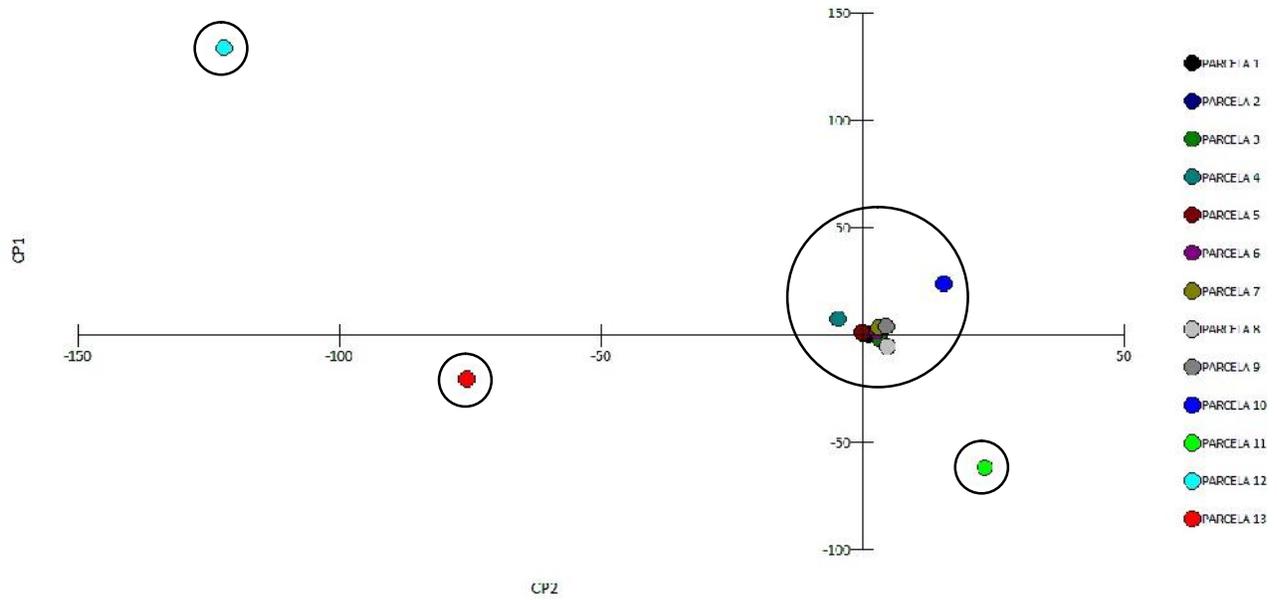


Figura 5.5. Análisis de Componentes Principales que ordena 13 parcelas con hongos macroscópicos anuales en el paraje “El Pantano”, D.F., a partir de los datos de las abundancias totales cada especie. PC1 = 16.8%; PC2 = 14.0%.

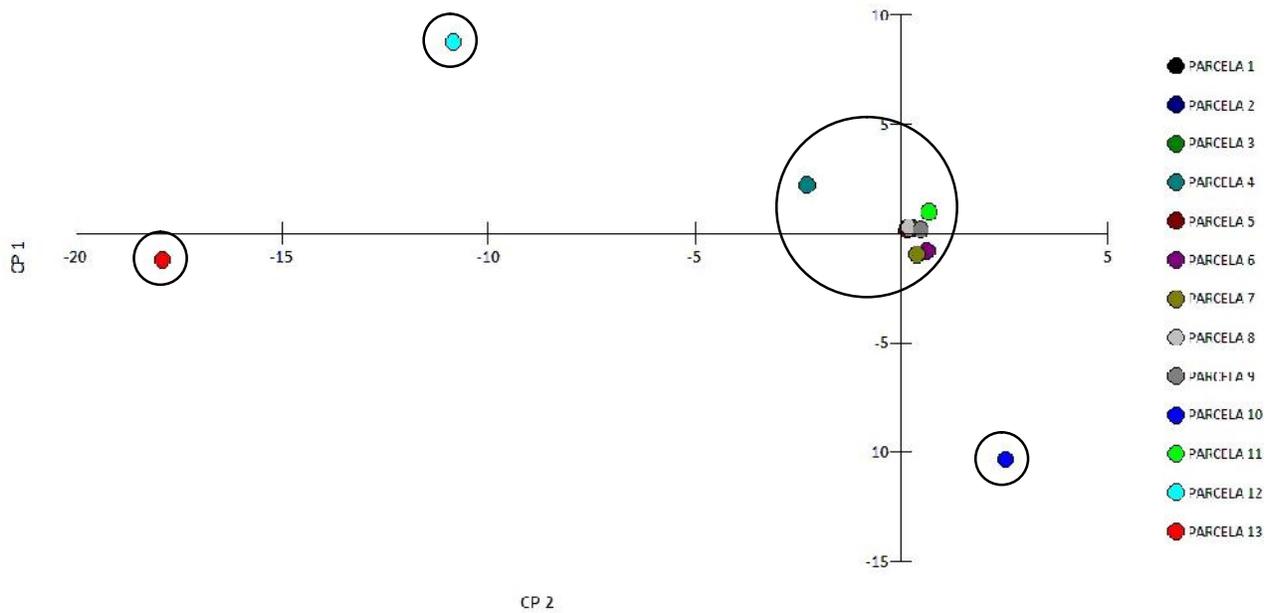


Figura 5.6. Análisis de Componentes Principales que ordena 13 parcelas con hongos macroscópicos anuales en el paraje “El Pantano”, D.F., a partir de los datos de las biomásas (peso seco) totales cada especie. PC1 = 16.5%; PC2 = 13.9%.

5.4.2. Análisis de similitud de Jaccard. En los análisis realizados tanto con las abundancias como con las biomásas por parcela se observó claramente que se formaron los mismos agrupamientos con valores de similitud muy semejantes, siendo el primer grupo el de las parcelas 3, 6, 7, 8 y 11, mientras que el segundo lo conformaron las parcelas 2, 5 y 9, dejando en niveles de similitud inferiores las parcelas 1, 4, 10, 12 y 13 (figs. 5.7 y 5.8). Los análisis realizados a partir de los valores de las abundancias totales por especie en cada parcela (P) se resumen en la figura 5.7 donde se observa que los valores de similitud son bajos, con el valor más alto entre las parcelas 7 y 8 (33.3%); posteriormente las parcelas 3 y 6 se agruparon con 25.0% de similitud entre sí; estas cuatro parcelas en conjunto con la 11 formaron el primer grupo, mientras que el segundo fue formado por las parcelas 5 y 9 con un 16.6% de similitud en conjunto la parcela 2. Por otro lado el análisis de similitud realizado a partir de las biomásas (peso seco) totales por especie en cada parcela (P) se observa en la figura 5.8, donde el agrupamiento con mayor porcentaje de similitud fue entre las parcelas 3 y 6 con 31.25%; posteriormente se agruparon las parcelas 7 y 8 con una similitud del 28.6%; ambos agrupamientos en conjunto con la parcela 11 formaron el primer grupo y el segundo grupo fue formado por las parcelas 5 y 9, en conjunto con la parcela 2.

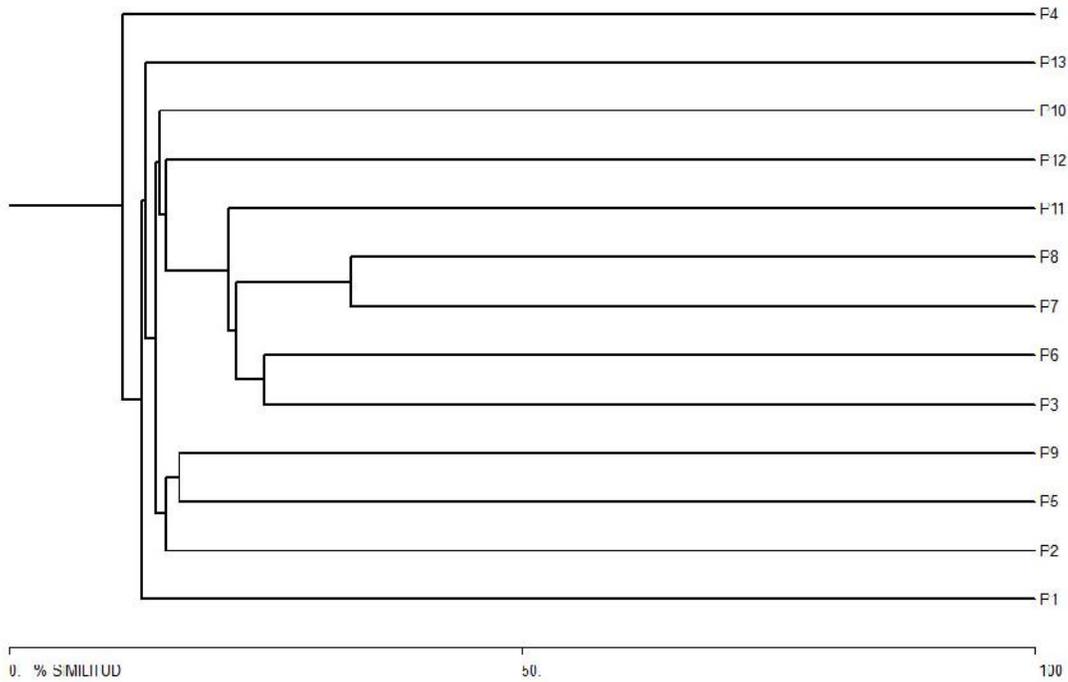


Figura 5.7. Dendrograma de similitud de Jaccard que ordena 13 parcelas con hongos macroscópicos anuales en el paraje “El Pantano”, D.F., a partir de los datos de las abundancias totales de cada especie.

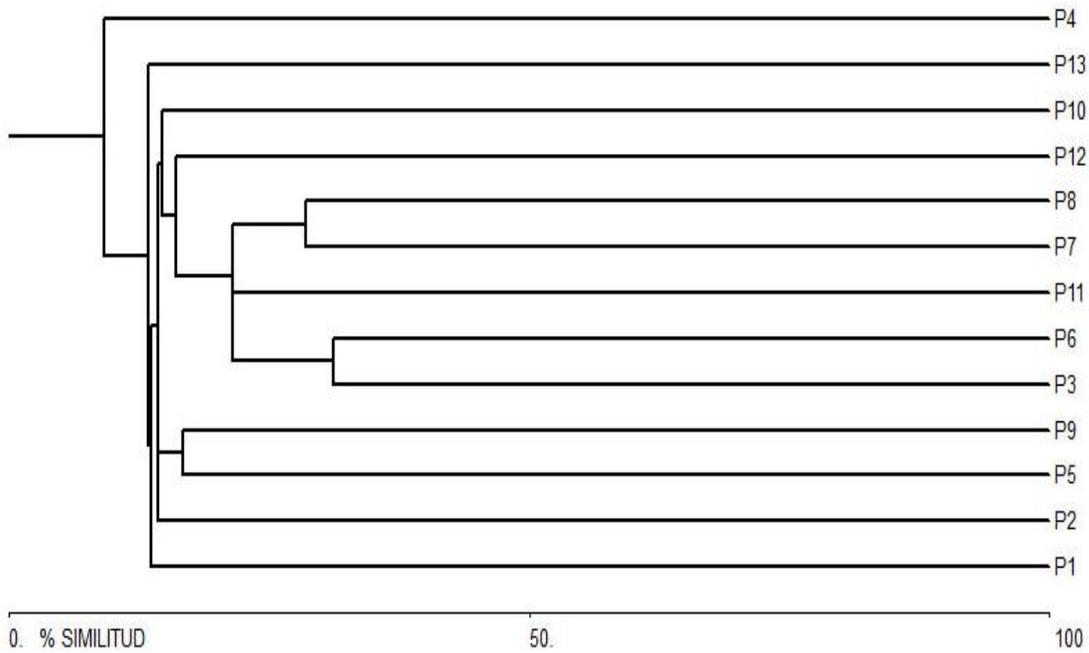


Figura 5.8. Dendrograma de similitud de Jaccard que ordena 13 parcelas con hongos macroscópicos anuales en el paraje “El Pantano”, D.F., a partir de los datos de las biomásas (peso seco) totales cada especie.

5.4.3. *Frecuencia de registros.* Las especies registradas se distribuyeron de manera diferencial a lo largo del gradiente altitudinal en “El Pantano” (Fig. 5.9; Apéndice II). La frecuencia de registro por especie en cada una de las 13 parcelas de muestreo, separando a la comunidad micorrizógena (M) de la saprobias (S), se observa en la figura 5.9.

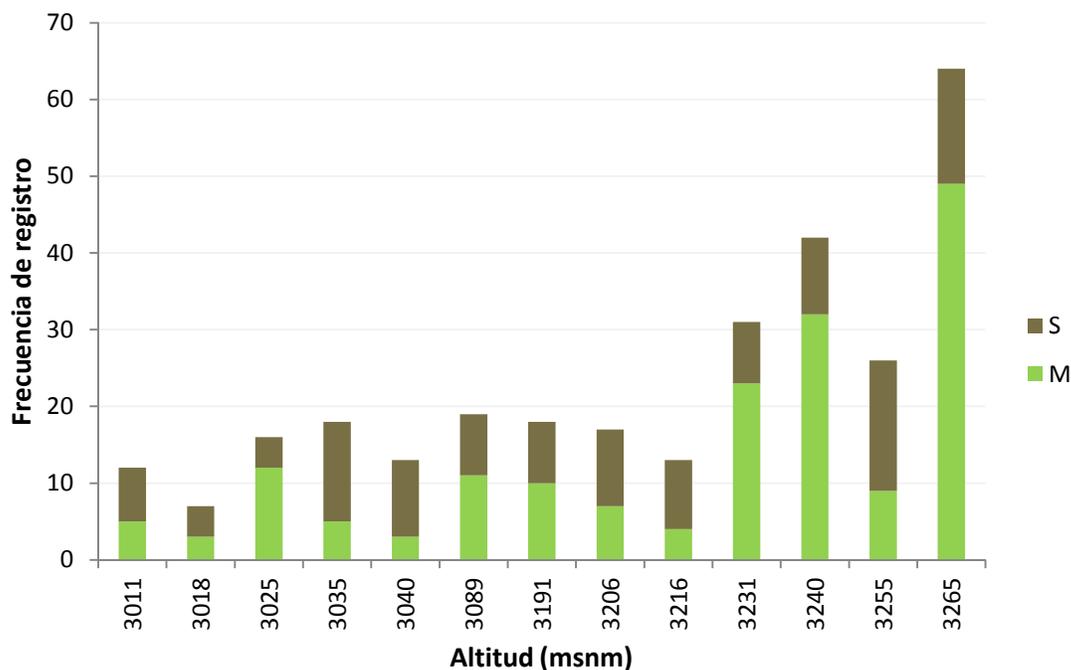


Figura 5.9. Frecuencia de registro de especies por parcela ordenada de manera creciente en el gradiente altitudinal. **M** = Especies micorrizógenas. **S** = Especies saprobias. *N* = 296.

Existen especies pertenecientes a géneros como *Inocybe* que se distribuyen a lo largo de casi todo el gradiente altitudinal (en 12 de las 13 parcelas), otros taxa como los pertenecientes al género *Thelephora* se distribuyen preferencialmente en las parcelas de mayor altitud y otros más no muestran una distribución definida como *Clavulina* y *Mycena* (ver Apéndice II). Tanto *Inocybe* como *Thelephora* son géneros micorrizógenos, mientras que *Clavulina* y *Mycena* son saprobios. A medida que aumenta la altitud se incrementa la frecuencia de registros. A través del análisis de correlación se encontró una relación significativa y positiva entre la frecuencia de registros (micorrizógenos y saprobios) y la altitud ($r_{12} = 0.807$; $P < 0.05$). Al hacer las correlaciones por separado se encontraron valores significativos y positivos entre la frecuencia de registros tanto de hongos

micorrizógenos (M) como de hongos saprobios (S) con la altitud [(M): $r_{12} = 0.607$; $P < 0.05$; (S): $r_{12} = 0.733$; $P < 0.05$].

5.4.4. *Biomasa*. Los datos acumulados de la biomasa seca de los esporomas responden a un gradiente altitudinal al observar una mayor biomasa acumulada en las parcelas ubicadas en la parte superior del gradiente (Fig. 5.10; Apéndice II). Hubo una correlación significativa y positiva entre la biomasa acumulada y la altitud ($r_{12} = 0.741$; $P < 0.05$). Al hacer la correlación de los grupos funcionales por separado no hubo una correlación significativa entre la biomasa de micorrizógenos y la altitud ($r_{12} = 0.395$; $P > 0.05$) mientras que la correlación entre la biomasa de saprobios y la altitud fue significativa y positiva ($r_{12} = 0.560$; $P < 0.05$).

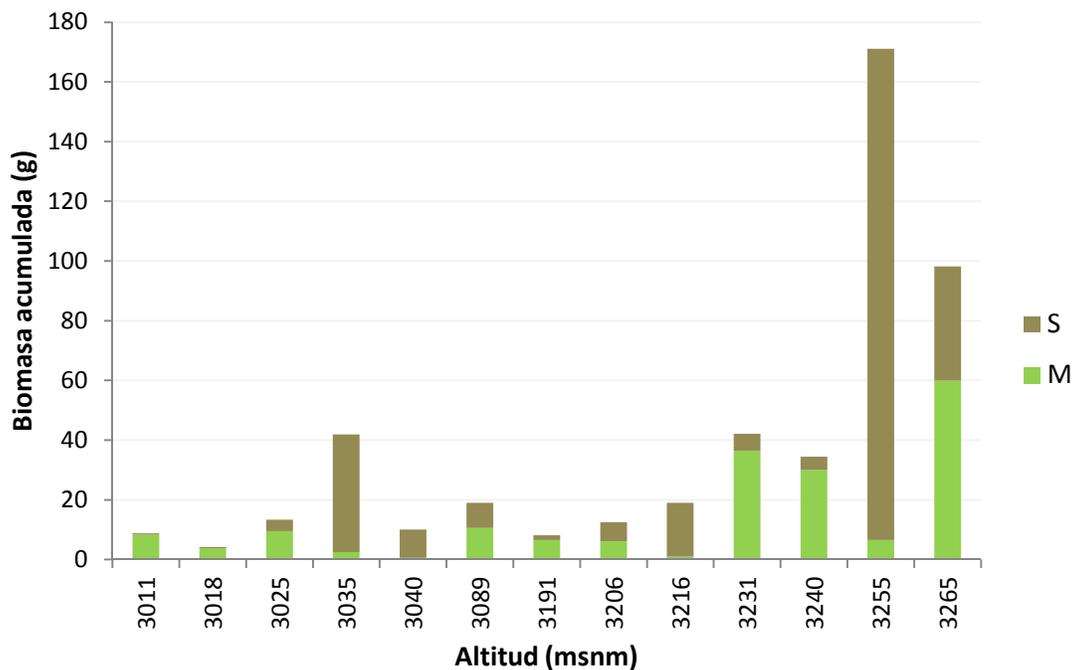


Figura 5.10. Biomasa seca acumulada por especie de hongos en cada parcela localizada de forma creciente en un gradiente de altitud en el paraje “El Pantano” del Parque Nacional Desierto de Los Leones, D.F. **M** = Especies micorrizógenas. **S** = Especies saprobias. $N = 481.8$ g.

5.4.5. *Riqueza*. La riqueza de especies fue distinta a lo largo del gradiente de altitud. Se observa que a medida que se asciende en el gradiente altitudinal, ésta se incrementa (Fig. 5.11; Apéndice II). Lo anterior se corroboró al hacer un análisis de correlación entre la

riqueza de especies y la altitud que fue significativo y positivo ($r_{12} = 0.745$; $P < 0.05$). Hubo una correlación significativa y positiva entre la riqueza de especies micorrizógenas y la altitud ($r_{12} = 0.606$; $P < 0.05$) sin embargo, no se obtuvo una correlación significativa entre las saprobias y la altitud ($r_{12} = 0.537$; $P > 0.05$).

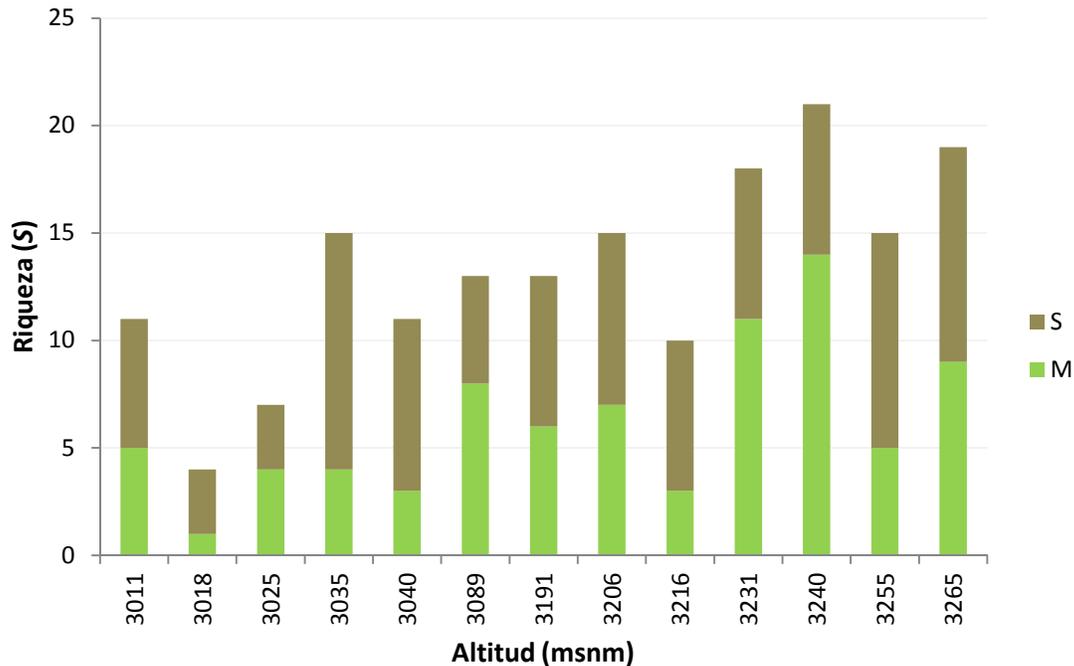


Figura 5.11. Riqueza de especies de hongos en cada parcela localizada de forma creciente en un gradiente de altitud en el paraje “El Pantano” del Parque Nacional Desierto de Los Leones, D.F. **M** = Especies micorrizógenas (41). **S** = Especies saprobias (57). $N = 172$

5.4.6. Abundancia. Se observó un aumento en la cantidad de esporomas a medida que se incrementa la altitud (Fig. 5.12). Sin embargo, en la comunidad saprobia, la mayoría de los esporomas fueron de *Trichaptum abietinum*, es por esto que en este caso la gráfica se muestra con un eje secundario. Estos datos se apoyaron por el análisis de correlación entre estas dos variables (abundancia de esporomas y altitud) en el que se encontró una relación significativa y positiva ($r_{12} = 0.813$; $P < 0.05$). Al separar los grupos funcionales se encontraron valores significativos y positivos entre la abundancia de esporomas de especies micorrizógenas (M) y de las saprobias (S) con la altitud [(M): $r_{12} = 0.648$; $P < 0.05$; (S): $r_{12} = 0.648$; $P < 0.05$].

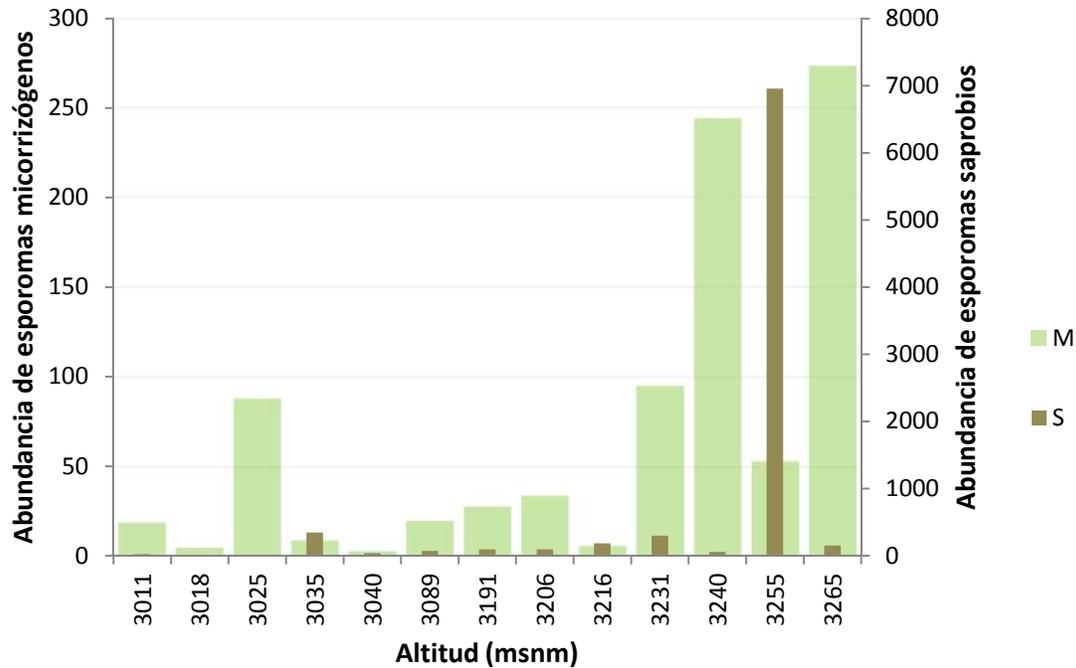


Figura 5.12. Abundancia de esporomas de hongos en cada parcela localizada de forma creciente en un gradiente de altitud en el paraje “El Pantano” del Parque Nacional Desierto de Los Leones, D.F. **M** = Especies micorrizógenas (41). **S** = Especies saprobias (57). *N* = 9219.

5.5. Fenología de los esporomas

La formación de los esporomas tiene una marcada estacionalidad al no haber registro de esporomas desde finales de diciembre de 2012 hasta finales de mayo de 2013 a excepción de los poliporoides perennes (Figs. 5.13 y 5.14). Hay géneros como *Amanita* y *Clavaria* que aparecieron durante las primeras quincenas de muestreo. Otros como *Inocybe* que se registraron en el 81% de las fechas en las que hubo registros. Así mismo, hay otras especies como *Lactarius deliciosus* y *Suillus* sp. 1 que fructificaron en periodos muy restringidos de mayo a junio y de julio a septiembre respectivamente (Fig. 5.14; Apéndice III). Más de la mitad de las especies (51%) fueron observadas sólo una vez.

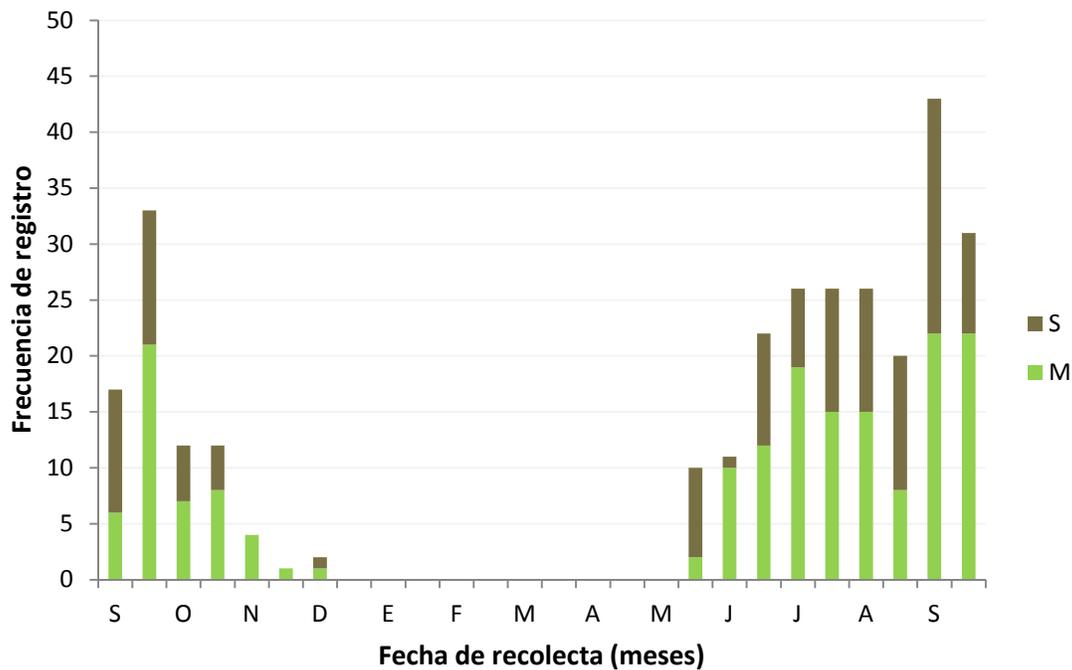


Figura 5.13. Variación temporal de las especies registradas mensualmente (2012-2013). **M** = Especies micorrizógenas. **S** = Especies saprobias. *N* = 296.

Figura 5.14. Fenograma mensual de fructificación de los hongos del paraje “El Pantano” del PNDL. Construido con datos obtenidos entre septiembre de 2012 y septiembre de 2013. Se omiten los datos de enero a abril debido a la ausencia de esporomas.

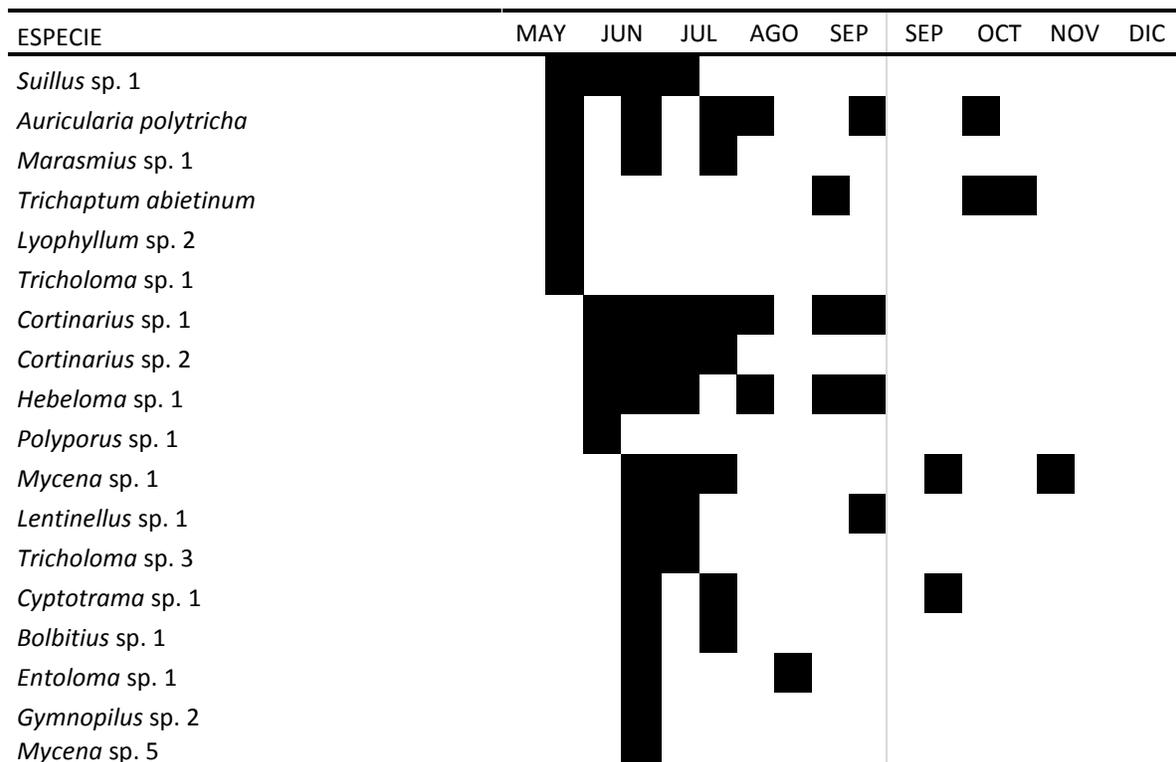


Figura 5.14. (Continúa)

ESPECIE	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	SEP	OCT	NOV	DIC
<i>Pholiota</i> sp. 1		■							
<i>Pluteus</i> sp. 1		■							
<i>Tricholoma</i> sp. 2		■							
<i>Lactarius deliciosus</i>		■	■	■	■	■			
<i>Ramaria</i> sp. 1		■	■	■	■		■		
<i>Thelephora</i> cf. <i>terrestris</i>		■	■	■	■		■		
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> secc. <i>Inocybium</i> sp. 14		■	■	■	■		■		
<i>Xerocomus chrysenteron</i>		■	■	■	■				
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>		■	■	■	■				
<i>Armillaria</i> sp. 1		■	■	■	■				
<i>Psathyrella</i> sp. 1		■	■	■	■				
<i>Thelephora</i> cf. <i>palmata</i>		■	■	■	■		■		
<i>Lyophyllum</i> sp. 1		■	■	■	■				
<i>Marasmius</i> sp. 2		■	■	■	■				
<i>Laccaria</i> sp. 1		■	■	■	■				
<i>Dacryopinax lowyi</i>		■	■	■	■				
<i>Mycena</i> sp. 3		■	■	■	■				
<i>Mycena</i> sp. 2		■	■	■	■				
<i>Boletus</i> sp. 1		■	■	■	■				
<i>Clitocybe</i> sp. 1		■	■	■	■				
<i>Peziza badia</i>		■	■	■	■		■		
<i>Amanita gemmata</i>		■	■	■	■		■		
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inosperma</i> secc. <i>Rimosae</i> sp.15		■	■	■	■		■		
<i>Inocybe geophylla</i>		■	■	■	■		■	■	■
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> secc. <i>Inocybium</i> sp. 1		■	■	■	■		■	■	■
<i>Morchella</i> sp. 1		■	■	■	■		■	■	■
<i>Gymnopilus</i> sp. 1		■	■	■	■		■		
<i>Agrocybe</i> sp. 1		■	■	■	■		■		
<i>Boletus pulverulentus</i>		■	■	■	■		■		
<i>Mycena</i> sp. 4		■	■	■	■				
<i>Peziza</i> sp. 1		■	■	■	■				
<i>Camarophyllum</i> sp. 1		■	■	■	■				
<i>Phaeocollybia</i> sp. 1		■	■	■	■		■		
<i>Tremella fuciformis</i>		■	■	■	■		■		
<i>Ramaria</i> sp. 2		■	■	■	■		■		
<i>Coprinus atramentarius</i>		■	■	■	■		■		
<i>Coprinus lagopus</i>		■	■	■	■		■		
<i>Coprinus</i> sp. 1		■	■	■	■		■		
<i>Hypholoma</i> sp. 1		■	■	■	■		■		
<i>Lactarius</i> sp. 1		■	■	■	■				
<i>Clavulina cristata</i>		■	■	■	■		■	■	■
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> secc. <i>Inocybe</i> sp. 2		■	■	■	■		■		■

Figura 5.14. (Continúa)

ESPECIE	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	SEP	OCT	NOV	DIC
<i>Russula</i> sp. 1					█		█		
<i>Clavaria</i> sp. 1					█		█		
<i>Clavulina</i> sp. 1					█				
<i>Geastrum saccatum</i>					█				
<i>Hypholoma</i> sp. 2					█				
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inosperma</i> secc. <i>Rimosae</i> sp. 17					█				
<i>Marasmiellus</i> sp. 2					█				
<i>Morchella</i> cf. <i>angusticeps</i>					█				
<i>Mycena</i> sp. 6					█				
<i>Rhodocybe</i> sp. 1					█				
<i>Rhodocybe</i> sp. 2					█				
<i>Russula</i> sp. 2					█				
<i>Tremellodendron</i> sp. 1					█				
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inosperma</i> secc. <i>Rimosae</i> sp. 5					█	█	█		
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> secc. <i>Inocybium</i> sp. 12					█	█	█		
<i>Clavulina</i> cf. <i>cinnerea</i>					█	█	█		
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> secc. <i>Inocybium</i> sp. 3					█	█	█		
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> secc. <i>Inocybe</i> sp. 13					█	█	█		
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> secc. <i>Inocybium</i> sp. 16					█	█	█		
<i>Trichoglossum</i> sp. 1					█	█	█		
<i>Agrocybe</i> cf. <i>praecox</i>					█	█	█		
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> secc. <i>Inocybe</i> sp. 11					█	█	█		
<i>Phlogiotis</i> sp. 1					█	█	█		
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inosperma</i> secc. <i>Rimosae</i> sp. 4					█	█	█		
<i>Galerina</i> sp. 1					█	█	█		
<i>Hymenochaete</i> sp. 1					█	█	█		
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> secc. <i>Inocybium</i> sp. 8					█	█	█		
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> secc. <i>Inocybium</i> sp. 10					█	█	█		
<i>Ramariopsis</i> sp. 1					█	█	█		
<i>Conocybe</i> sp. 1					█	█	█		
<i>Hymenochaete</i> sp. 2					█	█	█		
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> secc. <i>Inocybe</i> sp. 6					█	█	█		
<i>Marasmiellus</i> sp. 1					█	█	█		
<i>Naucoria</i> sp. 1					█	█	█		
<i>Conocybe</i> sp. 2					█	█	█		
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> secc. <i>Inocybium</i> sp. 7					█	█	█		
<i>Pseudocoprinus</i> sp. 1					█	█	█		
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> secc. <i>Inocybe</i> sp. 9					█	█	█		█

Al analizar cómo se distribuyó la biomasa total acumulada durante el periodo de muestreo (Fig. 5.15; Apéndice III) puede observarse que la mayor cantidad de biomasa se registró a finales de mayo (112.5 g) mientras que la menor cantidad se registró en diciembre (0.27 g). Hay géneros como *Inocybe* que aportan biomasa en la mayoría de las fechas de recolecta (13 de 16). Por el contrario, *Trichaptum abietinum* que es la especie que más biomasa aportó durante todo el muestreo, esta fue obtenida en sólo cuatro de las 16 fechas de recolecta.

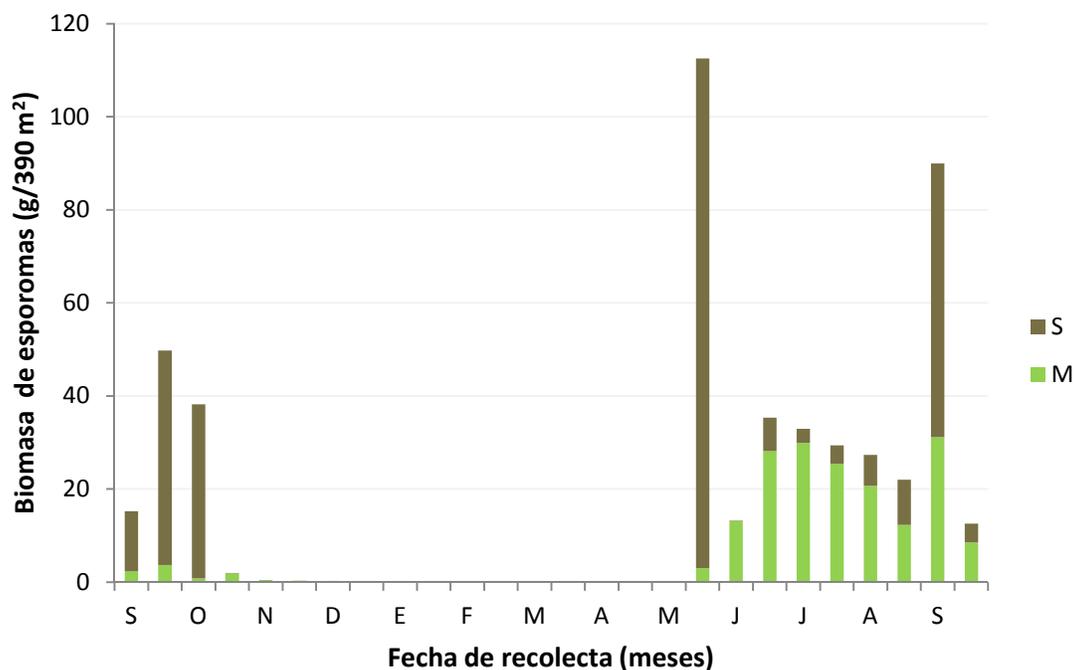


Figura 5.15. Variación mensual de la biomasa acumulada de macromicetos en 13 parcelas (390 m²) del paraje "El Pantano" del Parque Nacional Desierto de Los Leones, D.F. Datos de septiembre de 2012 a septiembre de 2013. **M** = Especies micorrizógenas. **S** = Especies saprobias. No se incluyen datos de macromicetos con esporomas perennes.

La riqueza de especies también fue distinta a lo largo del año de muestreo. En la figura 5.16 se observa que las especies micorrizógenas están presentes en todas las fechas en donde se tuvieron registros. Por el contrario, las especies saprobias están ausentes en los muestreos efectuados en noviembre. La mayor riqueza de especies (32) se registró en el mes de septiembre y la menor (1) a finales de noviembre de 2012. La proporción de la comunidad micorrizógena y la saprobia es fluctuante conforme transcurre el año. Se

observó mayor riqueza de especies saprobias en cinco de las 16 fechas donde hubo registros; en 10 fechas hubo más especies micorrizógenas que saprobias y sólo en una fecha (diciembre 2012) se registró la misma riqueza de especies (1) para ambas comunidades (Apéndice III).

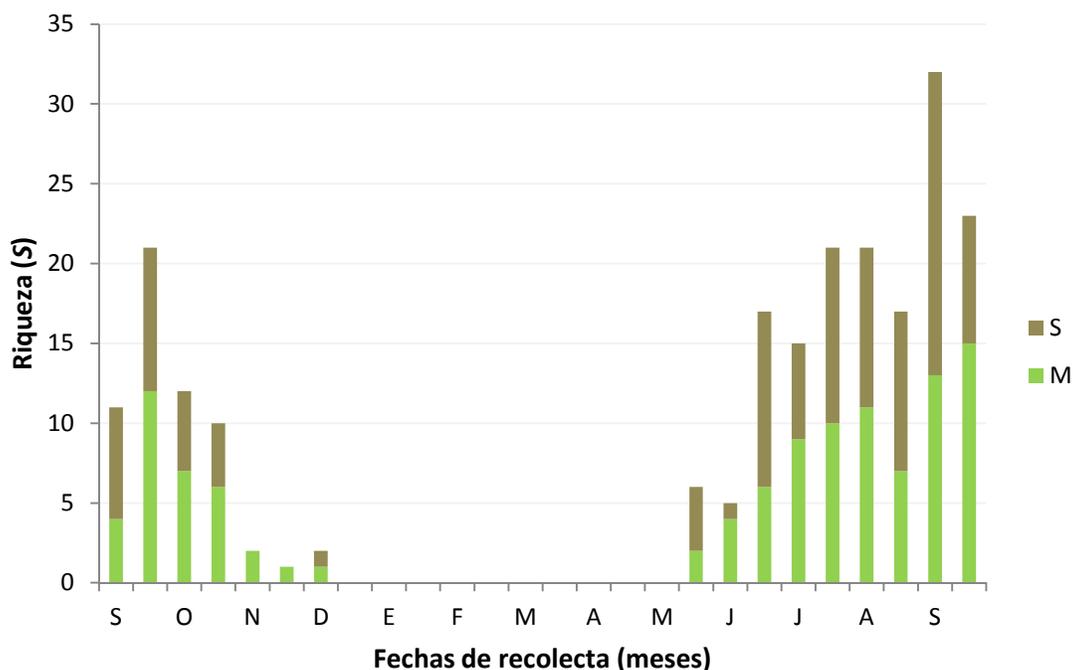


Figura 5.16. Riqueza de especies de hongos registrada mensualmente (2012-2013) en el paraje “El Pantano” del Parque Nacional Desierto de Los Leones, D.F. **M** = Especies micorrizógenas. **S** = Especies saprobias.

Los valores más altos de abundancia de esporomas se observaron durante los meses de agosto y septiembre (Fig. 5.17). *Trichaptum abietinum* es la especie que mayor número de esporomas aporta en todo el año de muestreo de la comunidad saprobias y de toda la comunidad de hongos. De la comunidad micorrizógena el mes de agosto fue en el que se registró la mayor abundancia siendo *Thelephora* cf. *palmata*, *Thelephora* cf. *terrestris* y *Lactarius deliciosus* las especies que aportaron mayor número de esporomas con 99, 40 y 17 respectivamente en este mes (Apéndice III).

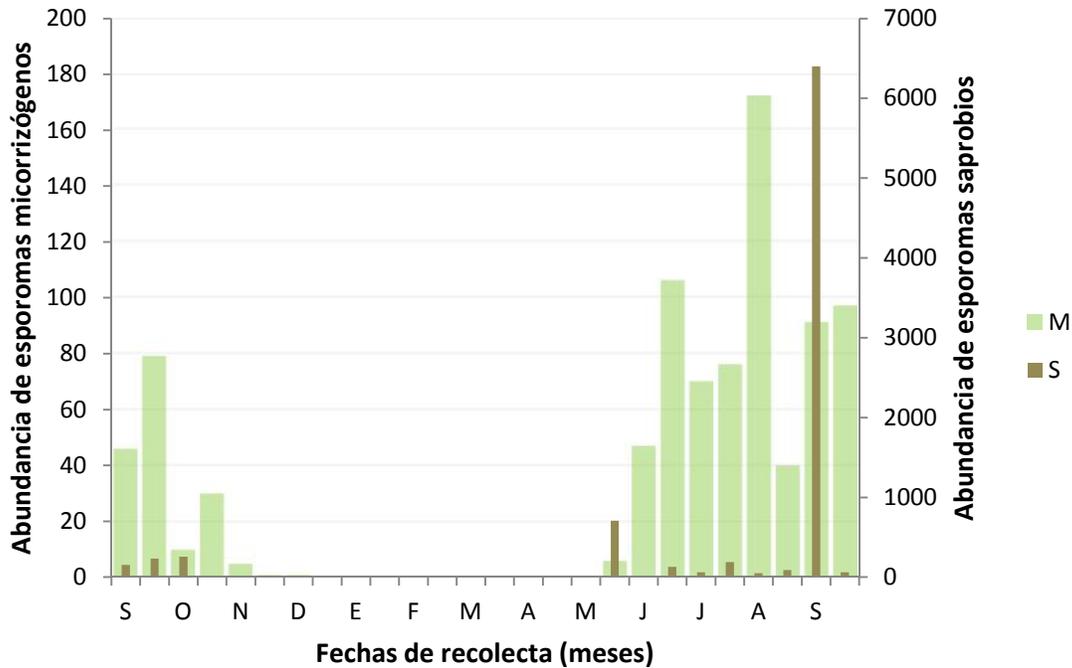


Figura 5.17. Abundancia de esporomas de hongos registrada mensualmente (2012-2013) en el paraje “El Pantano” del Parque Nacional Desierto de Los Leones, D.F. **M** = Especies micorrizógenas. **S** = Especies saprobias. $N = 9219$.

5.5.1. *Índices de diversidad.* Los valores de los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H') y de Simpson (D') se muestran en la tabla 5.3. Hubo una correlación significativa y positiva entre H' de toda la comunidad y la altitud ($r_{12} = 0.626$; $P < 0.05$) (fig. 5.18) pero esta correlación no existe al tomar el valor de H' de cada grupo funcional por separado [micorrizógenos (M): $r_{12} = 0.510$; $P > 0.05$; saprobios (S): $r_{12} = 0.505$; $P > 0.05$].

Del mismo modo, no se encontró un efecto significativo entre la altitud y los valores de D' tanto para cada grupo funcional como para los datos agrupados (M+S: $r_{12} = 0.407$, $P > 0.05$; M: $r_{12} = 0.510$, $P > 0.05$; S: $r_{12} = 0.527$, $P > 0.05$).

Tabla 5.3. Índices de diversidad de Shannon (H') y de Simpson (D') por parcela para toda la comunidad de macromicetos (M+S), y para los micorrizógenos (M) y los saprobios (S).

		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
M+S	H'	2.2	1.3	1.7	2.7	2.3	2.5	2.5	2.7	2.2	2.6	2.9	2.6	2.5
M	H'	1.6	0.0	1.1	1.4	1.1	2.0	1.7	1.9	1.0	2.1	2.5	1.5	1.9
S	H'	1.7	1.0	1.0	2.3	2.0	1.5	1.9	2.0	1.9	1.8	1.9	2.1	2.2
M+S	D'	9.9	3.3	4.6	13.5	8.9	10.9	10.8	13.8	8.9	10.3	15.7	11.3	9.2
M	D'	4.5	1	2.4	4	3	7.1	5	7	2.7	5.9	10.6	4.5	5.8
S	D'	5.4	2.7	2.6	9.8	6.3	4	6.4	7.1	6.2	5.6	6.3	7.4	8.3

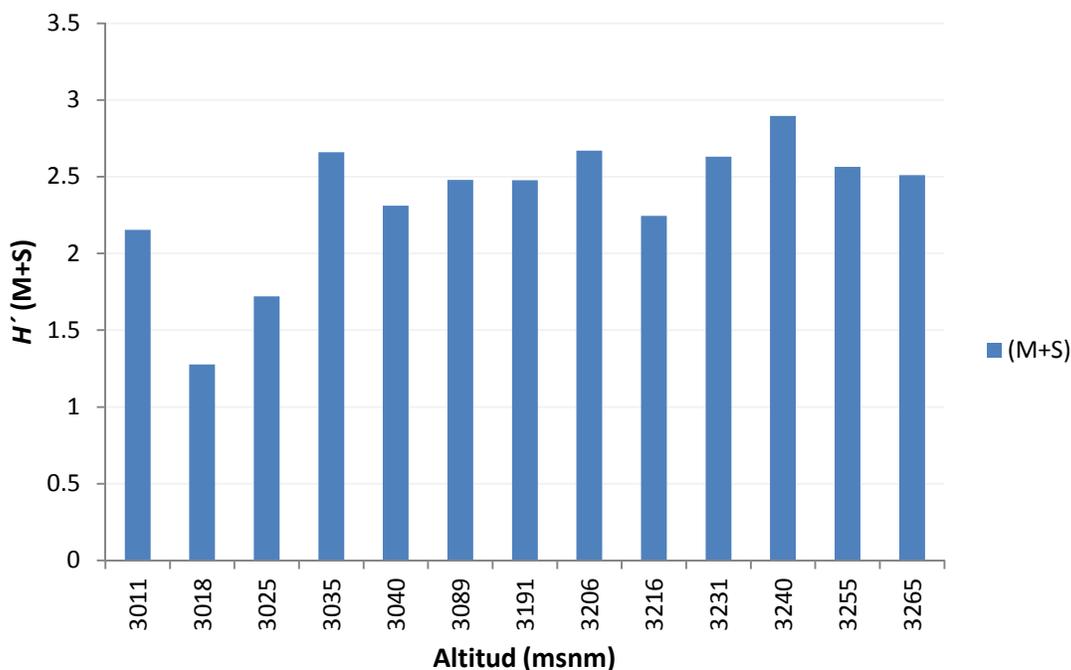


Figura 5.18. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') calculado para la comunidad de macromicetos micorrizógenos (M) y saprobios (S) en conjunto por parcela localizada de forma creciente en un gradiente de altitud en el paraje “El Pantano” del Parque Nacional Desierto de Los Leones, D.F.

5.5.2. *Curva de Rango-Abundancia.* En general la comunidad de esporomas tuvo pocas especies con gran abundancia y muchas con poca cantidad de esporomas. El 46% de las especies registraron de uno a cinco esporomas en todo el periodo de muestreo. Lo anterior se observa en la curva de rango-abundancia tanto para la comunidad micorrizógena como para la comunidad saprobica (Fig. 5.19; Apéndice I).

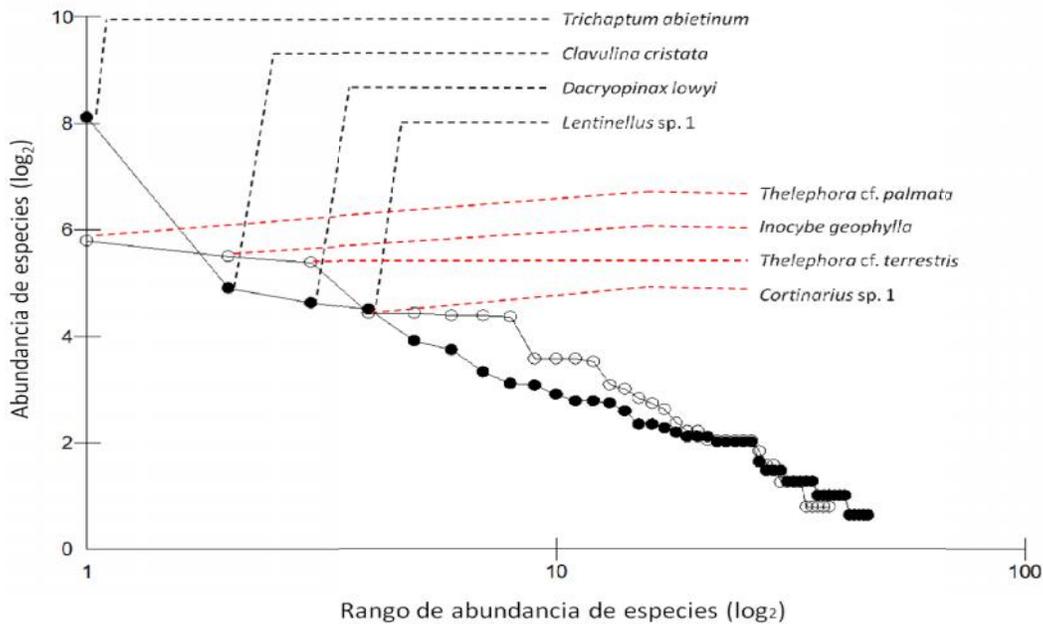


Figura 5.19. Curva de Rango-Abundancia de la comunidad micorrizógena (O) y de la comunidad saprobia (●), del paraje "El Pantano" del Parque Nacional Desierto de los Leones. Las especies más abundantes a las menos abundantes se ordenan de izquierda a derecha. Se muestran con líneas negras las especies saprobias (---) y micorrizógenas (---) con mayor abundancia.

En la curva de rango-abundancia observamos que de la comunidad saprobia, *Trichaptum abietinum* es la especie que mayor abundancia de esporomas registró (7280). A esta le siguen *Clavulina cristata* (216), *Dacryopinax lowyi* (159) y *Lentinellus sp. 1* (138). Por su parte, de la comunidad micorrizógena *Thelephora cf. palmata* es la especie que mayor abundancia de esporomas aportó con 163. A ésta le siguen *Inocybe geophylla* (126), *Thelephora cf. terrestris* (114) y *Cortinarius sp. 1* (49).

5.5.3. *Curva de acumulación de especies.* En la figura 5.20 se observa la curva de acumulación de especies. Después de 1000 iteraciones aleatorias la curva no muestra una tendencia a llegar a la asíntota, es decir, que es probable que el muestreo no haya representado la diversidad de especies real de "El Pantano". En particular hubo dos especies que se registraron únicamente en la última fecha de muestreo: *Inocybe sp. 16* y *Trichoglossum sp. 1* (Apéndice III). De acuerdo con los estimadores de riqueza calculados (Jack-Knife 2 y Chao 2) en caso de realizar una mayor esfuerzo de muestreo sería posible encontrar un total de 199 especies a partir del estimador Jack-Knife 2 mientras que, a

partir de Chao 2 se estima un total 226 especies en la zona de estudio. La riqueza que nosotros registramos fue de 98 especies por lo que ambos estimadores indican que registramos menos del 50% de las especies del paraje “El Pantano”.

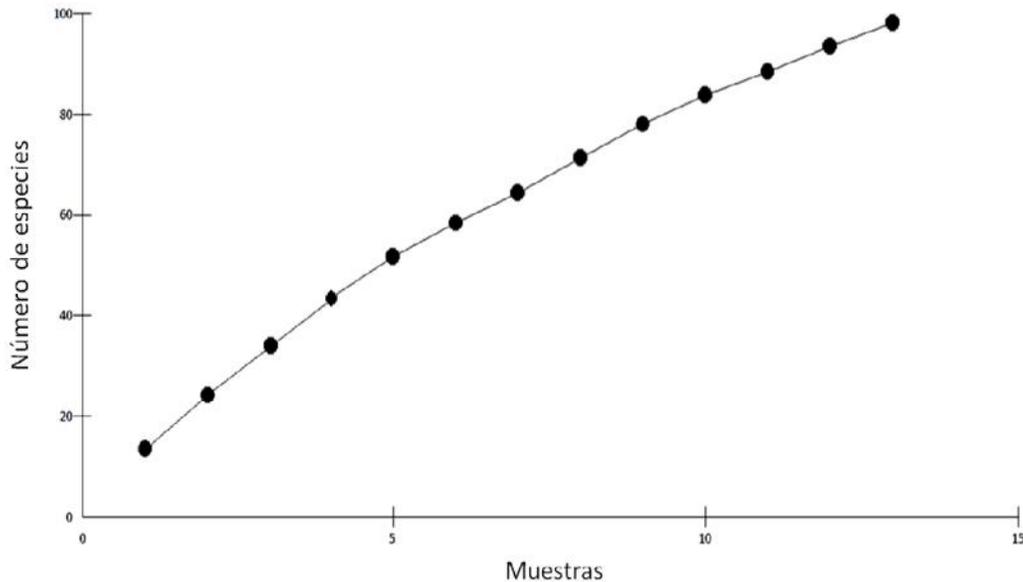


Figura 5.20. Curva de acumulación de especies después de 1000 iteraciones aleatorias de los hongos del paraje “El Pantano” del Parque Nacional Desierto de los Leones, D.F.

5.5.4. Correlaciones con temperatura y precipitación mensual. Se encontró una correlación significativa y positiva entre la frecuencia de registros y precipitación mensual ($r_{11} = 0.794$; $P < 0.05$) al igual que entre la biomasa y la precipitación mensual ($r_{11} = 0.699$; $P < 0.05$), pero no entre la temperatura y la frecuencia de registros, ($r_{11} = 0.264$; $P > 0.05$) ni entre la temperatura y la biomasa ($r_{11} = 0.381$; $P > 0.05$).

Por otro lado, se encontró una correlación significativa y positiva entre la riqueza y la precipitación mensual ($r_{11} = 0.795$; $P < 0.05$) y entre la abundancia de esporomas y la precipitación mensual ($r_{11} = 0.696$; $P < 0.05$), pero no entre la riqueza y la temperatura mensual ($r_{11} = 0.250$; $P > 0.05$) ni entre la abundancia de esporomas y la temperatura mensual ($r_{11} = 0.314$; $P > 0.05$).

5.6. Valores microambientales del hábitat en que se producen los esporomas

El rango de temperatura en el que fructificaron todos los esporomas fue de 5.44 a 24.89°C. Las especies recolectadas en un intervalo de temperatura más amplio fueron

Inocybe geophylla (8.62—21.27°C), *Clavulina cristata* (6.68—21.82°C), *Cortinarius* sp. 1 (10.46—20.36°C), *Xerocomus chrysenteron* (8.95—18.31°C) y *Lactarius deliciosus* (8.99—17.23°C) (ver detalles por especie en el Apéndice V).

En cuanto a los valores de humedad relativa del aire (HR), el rango fue de 41.35 a 93.58%. Hubo 54 especies que se recolectaron únicamente por encima del 70% de HR. Las especies con más de dos registros de sensores cosechadas por debajo del 70% de humedad relativa fueron: *Clavulina cristata* (52.86—88.17%), *Cortinarius* sp. 1 (67.96—86.83%), *Hebeloma* sp. 1 (59.2—91.1%), *Inocybe geophylla* (52.86—88.5%), *Inocybe* sp. 1 (67.69—89.21%), *Inocybe* sp. 5 (68.59—85.42%), *Inocybe* sp. 14 (54.07—90.74%), *Lyophyllum* sp. 1 (41.35%), *Morchella* sp. 1 (66.36—85%), *Peziza badia* (51.63—92.55%), *Ramaria* sp. 1 (66.73—91.86%), *Suillus* sp. 1 (63.53—90.29%), *Thelephora* cf. *terrestris* (63.51—86.43%) y *Xerocomus chrysenteron* (66.7—91.93%).

El rango de los valores de contenido de agua a 5 cm de profundidad fue de 0.02 a 0.37 m³/m³ (2—37%). Sin embargo el 44.7% de las especies se recolectaron únicamente entre 0.1 y 0.25 m³/m³ (10—25%) de contenido de agua en la matriz edáfica. Sólo tres especies (con más de dos registros) se recolectaron por debajo del límite inferior de este intervalo y fueron: *Amanita gemmata* (2—22%), *Inocybe* sp. 4 (20—27%) y *Suillus* sp. 1 (6—36%). Por el contrario hubo especies que sólo se recolectaron por encima del límite máximo del intervalo y fueron: *Boletus* sp. 1 (36%), *Conocybe* sp. 1 (26%), *Geastrum saccatum* (35%), *Inocybe* sp. 16 (29%), *Lentinellus* sp. 1 (29%), *Pluteus* sp. 1 (26%), *Tricholoma* sp. 1 (30%) y *Tricholoma* sp. 2 (29%). Sin embargo, de éstas últimas sólo se tuvo un registro con los sensores en todo el periodo de muestreo.

El parámetro con mediciones más variables fue la radiación solar superficial. Dicha variable representa la energía que llega a la superficie de la Tierra por unidad de tiempo y área y se expresa en vatios por metro cuadrado (W/m²). El rango de valores fue de 0.97 a 700.72 W/m². Los valores más bajos fueron los de *Russula* sp. 1 y *Xerocomus chrysenteron* con 0.97 W/m² mientras que hubo otros rebasaron los 240 W/m² (radiación alta) como *Camarophyllus* sp. 1 con un valor máximo registrado de 661.42 W/m², *Clavulina cristata* con hasta 700.72 W/m², *Cortinarius* sp. 1 con 446.06 W/m², *Inocybe geophylla* con 305.2

W/m², *Inocybe* sp. 1 con 661.42 W/m², *Inocybe* sp. 6 con 473.71 W/m², *Inocybe* sp. 14 con 700.72 W/m², *Suillus* sp. 1 con 488.12 W/m², *Tricholoma* sp. 1 con 386.46 W/m² y *Xerocomus chrysenteron* con 277.04 W/m².

VI. DISCUSIÓN

6.1. La variación altitudinal

Estudios como los de Vázquez-Mendoza (2008), Zhang *et al.* (2010) y Gómez-Hernández *et al.* (2012), han mostrado cambios en la riqueza y diversidad de esporomas en gradientes altitudinales de gran amplitud. Este trabajo es uno de los pocos estudios que evalúan cambios en una escala menor (200 m), donde los ACP (figs. 5.5 y 5.6) sugieren que pese a lo restringido del gradiente de altitud existe un efecto en términos de las abundancias y biomasa total por especie, no obstante, esto solo es evidente al comparar los extremos altitudinales estudiados que, en el caso de las abundancias agrupan parcelas que van de 3011 a 3216 m (de la 1 a la 9) y ubica de manera independiente a las parcelas 10, 11, 12 y 13, mientras que para la biomasa se agrupan las parcelas 1 a 9 junto con la 11 y ubica de manera independiente a las parcelas 10, 12 y 13. Estos resultados sugieren que si en un futuro estudio se considerara una distancia mayor entre las unidades muestrales, probablemente la diferencia entre las parcelas podría estar más definida. Como análisis complementarios los análisis de similitud de Jaccard (figs. 5.7 y 5.8) nos indican que la similitud entre parcelas en términos de las abundancias y biomasa de las especies es muy poca (<35%), por lo que claramente existe un efecto del gradiente altitudinal sobre estos dos atributos de la comunidad de macromicetos en el paraje “El Pantano”.

Por otra parte, los resultados obtenidos en los análisis de correlación, muestran claramente que a pesar de lo limitado del gradiente estudiado en el paraje “El Pantano”, existe un incremento en la frecuencia, la abundancia, la biomasa, la riqueza y la diversidad de toda la comunidad de macromicetos conforme se incrementa la altitud. En trabajos como el de Kernaghan y Harper (2001) también se encontraron cambios en la riqueza y diversidad de esporomas en un gradiente de 2000 a 2500 m de altitud, en regiones montañosas de Alberta, Canadá, aspectos que fueron básicamente atribuidos a cambios en las variables ambientales y a la distribución de los hospederos de los hongos ectomicorrizógenos. Considerando este último aspecto, es importante hacer notar que en “El Pantano”, existe un marcado cambio en la composición y abundancia de árboles pese a

que el cambio en altitud y distancia entre parcelas sea poco. Tal es el caso de *Cupressus lusitanica* que se ha reportado como una especie que no forma asociaciones micorrizógenas (Harley y Smith, 1983) y que fue introducida en la región más baja del gradiente altitudinal (parcelas 1 a la 3), lo que evidentemente puede tener un efecto en la abundancia de esporomas que ahí se encuentran (ver fig. 5.12), ya que la presencia de especies arbóreas que no forman micorrizas, aunado a la poca cantidad de materia orgánica en la que pueden desarrollarse los hongos saprobios, afecta la composición de hongos al modificar la composición química y la microbiota edáfica (Slankis, 1974; Nantel y Neumann, 1992). De igual manera se ha visto que la presencia de una especie arbórea puede tener mayor influencia en la composición de especies micorrizógenas y su estructura (Nantel y Neumann, 1992), por lo que la presencia de ciertas especies (nativas o introducidas), pueden tener mayor peso en la comunidad de hongos que otras. Así mismo observamos una gran cantidad de plántulas de *Abies religiosa* y *Pinus* sp., a lo largo de la mayoría de las parcelas durante la temporada de lluvias, lo que tiene influencia en la comunidad de hongos al fungir como recursos para las especies de géneros pioneros en la formación de micorrizas como por ejemplo *Cortinarius* e *Inocybe*, ambos géneros con valores de frecuencia altos.

En este trabajo, se encontraron parcelas con un alto porcentaje de troncos muertos lo cual incide en el número de especies saprobias ya que, por ejemplo, Ferris *et al.* (2000) encontraron una correlación positiva entre la cantidad de materia orgánica disponible y el número de especies saprobias en bosques de *Pinus sylvestris* y *Picea abies* en Inglaterra. En dicho estudio, pese a la estabilidad en la estructura vertical y horizontal de las unidades de muestreo, así como en el tipo de vegetación dominante, hubo una gran variación en la composición de especies. En el paraje “El Pantano”, la heterogeneidad espacial varía en términos de la abundancia y composición de especies arbóreas, así como en el porcentaje de troncos muertos y caminos en distancias cortas, lo que tuvo influencia en la composición de esporomas. Dicha composición también cambia al analizar el componente hipógeo de las comunidades de hongos, tal y como lo han reportado Izzo *et al.* (2005) a través del análisis de micorrizas, en el que las relaciones de dominancia se

modifican pese a que la composición en el sitio se mantenga constante en escalas inferiores a 20 cm.

En cuanto a la diversidad de especies (considerando toda la comunidad en su conjunto) fue notorio que la misma aumentó con la altitud de acuerdo a lo obtenido en el índice de Shannon-Wiener (H') (fig. 5.18); estos valores son muy similares a lo reportado por Quiñónez-Martínez *et al.* (2008) para zonas perturbadas debido a tala e incendios en Bocoyna, Chihuahua. Sin embargo, esto no fue así al analizar las comunidades de acuerdo a su grupo funcional (micorrizógenas y saprobias) por separado con el mismo índice ni con el índice de diversidad de Simpson, indicando que los parámetros ambientales afectan de manera diferencial a los hongos micorrizógenos y a los saprobios, lo cual es comprensible considerando que el microambiente de la rizósfera no se ve afectado por los mismos parámetros que influyen en el material biológico inerte. Pese a que la diversidad de especies micorrizógenas y saprobias no haya diferido con la altitud, sí se observó una alta variabilidad en la composición de especies en cada cuadrante habiendo un gran número de especies sitio-específicas (ver Apéndice I), situación influenciada tanto por la vegetación de cada sitio como por las condiciones ambientales presentes en ellas.

Las especies del género *Inocybe* fueron las más frecuentes en espacio y tiempo de la comunidad micorrizógena además de presentar la mayor diversidad intragenérica con 18 especies, siendo *Inocybe geophylla* e *Inocybe* sp. 1 las más frecuentes. La alta diversidad intragenérica del género *Inocybe* coincide con lo reportado en trabajos previos en bosques templados de regiones montañosas del centro de México como el Parque Nacional Barranca de Cupatitzio, Michoacán (Gómez-Reyes *et al.*, 2011), la Sierra de Chichinautzin, Morelos (Reverchón *et al.*, 2012b) y la Sierra de las Cruces, Estado de México (Argüelles-Moyao, 2013), siendo las tres zonas similares en topografía y vegetación al PNDL. Otro de los géneros de mayor frecuencia relativa fue *Cortinarius* que es también un taxón micorrizógeno con alta diversidad intragenérica y ampliamente distribuido en bosques templados de Norteamérica (Kernaghan y Harper, 2001; Richard *et al.*, 2004), aunque en este trabajo únicamente se registraron dos especies. No obstante, la distribución de *Inocybe* fue más amplia (en 12 de 13 parcelas, excepto en la dos) que la de

Cortinarius (parcelas 11 y 13). Tanto *Inocybe* como *Cortinarius* son géneros comunes en bosques templados de las zonas boreales y presentes en las etapas tempranas de sucesión (Kirk *et al.*, 2008; Reverchón *et al.* 2012b), por lo que se ha sugerido que la riqueza intragenérica registrada por estos géneros tiene implicaciones en el mantenimiento de la productividad del bosque bajo condiciones de estrés (Reverchón *et al.*, 2012a, b). En trabajos de mayor amplitud de gradiente como el de Zhang *et al.* (2010) en bosques templados, mixtos y subalpinos de Yunnan, China reportan como géneros dominantes a *Russula*, *Cortinarius*, *Lactarius*, *Boletus* y *Amanita*, mientras que en nuestros resultados únicamente especies de los géneros *Cortinarius* y *Lactarius* fueron las que mostraron frecuencias altas, lo que pone en evidencia el papel que juega la composición de especies vegetales en cada uno de los sitios estudiados además de coincidir, en el caso del género *Lactarius* con lo reportado por Quiñónez-Martínez *et al.* (2008) en bosques de *Pinus-Quercus* de Chihuahua. En nuestro trabajo se registraron además 64 especies sitio-específicas (63%), es decir, que tienen una distribución discreta, ubicándose en micro-nichos particulares a través del espacio. Reverchón *et al.* (2010) reportan (para especies saprobias) un 67% de especies sitio-específicas pertenecientes a géneros como *Mycena* y *Galerina*, lo que concuerda con lo encontrado en este trabajo donde cuatro de las 6 especies de *Mycena* y *Galerina* sp. 1 sólo se localizaron en una parcela en todo el periodo de muestreo; también son coincidentes en ambos trabajos otras especies como *Coprinus atramentarius*, *Peziza* sp. 1 y *Trichoglossum* sp. 1. Lo anterior puede deberse a que éstas especies se distribuyen y fructifican en sitios muy particulares, sin descartar que esto pueda deberse a un efecto del muestreo realizado. De las especies micorrizógenas con distribución discreta *Morchella* cf. *angusticeps* y *Morchella* sp. 1 únicamente fueron registradas en la parcela 11 que es la que presentó el porcentaje más alto de superficie ocupado por un camino (80%). Pese a esta característica, la parcela 11 registró el valor más alto en los índices de diversidad (ver tabla 5.3), lo que puede deberse a que se ha observado que en los “claros” del bosque, tanto la riqueza como la productividad de esporomas se ve incrementada (Richard *et al.*, 2004). En contraste con las especies de distribución discreta esta *Clavulina cristata*, que se registró en ocho de las 13 parcelas de

muestreo, en 44% de las fechas en donde hubo registro de esporomas y en un rango más amplio de condiciones en donde fructificar (ver Apéndice V) por lo cual se considera como una especie euritópica. Otras especies saprobias que registraron las mayores frecuencias fueron *Peziza badia*, *Trichaptum abietinum*, *Auricularia polytricha* y *Ramaria* sp. 1, sin embargo éstas se registraron en menor número de parcelas. *Auricularia polytricha* sólo se encontró en las parcelas 12 y 13 y, dado que todas estas especies son saprobias, dependerán de la presencia y tipo de sustratos para establecerse y reproducirse (Reverchón *et al.*, 2010).

La curva de acumulación de especies obtenida (Fig. 5.20), indicó que el esfuerzo de muestreo no fue suficiente para describir la riqueza de especies del paraje “El Pantano” y que de acuerdo a los estimadores de riqueza calculados (Jack-Knife 2 y Chao 2), encontramos menos del 50% de la riqueza de especies del sitio. Sin embargo, la variabilidad en la producción de esporomas se relaciona en gran medida con las condiciones ambientales a nivel de una región a largo plazo tal y como se observa en trabajos de búsqueda y recolecta de esporomas en 7 (Straatsma *et al.*, 2003), 10 (Egli *et al.*, 2006) y 21 años (Straatsma *et al.*, 2001) en los que después de dichos periodos siguen apareciendo nuevas especies en parcelas fijas. Como una primera aproximación a un estudio estructurado en “El Pantano” este trabajo provee un número importante de especies registradas (100) de las cuáles 17 constituyen nuevos registros para el PNDL (ver tabla 5.2), por lo que, en caso de aumentar el esfuerzo de muestreo, es claro que nuevas especies aparecerán.

El 54.5% de la biomasa acumulada por especies micorrizógenas fue aportada por cinco *taxa*: *Lactarius deliciosus*, *Suillus* sp. 1, *Cortinarius* sp. 2, *Thelephora* cf. *palmata* y *Cortinarius* sp. 1, lo que supera lo reportado por O’Dell *et al.* (1999) en el que cinco especies aportan el 25% del total de la biomasa (peso seco) en bosques templados dominados por *Pseudotsuga menziesii* y *Tsuga heterophylla* en Washington, EUA, aspecto que denota la diversidad diferencial presente en ambos ecosistemas. De las cinco especies de éste trabajo, *Lactarius deliciosus*, con 19.7%, es la que aporta mayor biomasa, lo que es relevante ya que es una especie comestible susceptible de ser aprovechada directamente

como alimento o indirectamente al proveer de ingresos económicos durante la temporada de lluvias. Otros hongos comestibles registrados en este estudio fueron *Boletus pulverulentus*, *Boletus* sp. 1., *Morchella* cf. *angusticeps*, *Morchella* sp. 1, *Lyophyllum* sp. 1 y *Lyophyllum* sp. 2., todas micorrizógenas (Rinaldi, 2008; Tedersoo *et al.*, 2010).

En un estudio realizado en el PNDL por García-Romero (1973), se reporta que *Trichaptum abietinum* es la especie de poliporáceo de mayor distribución en la zona, la cual se encuentra creciendo de manera gregaria y en grandes conjuntos sobre árboles vivos o muertos preferentemente de coníferas del género *Abies*. *T. abietinum* fue la especie saprobia que aportó la mayor cantidad de biomasa a la comunidad (221.13 g); en particular sus esporomas, están compuestos por hifas esqueléticas (de paredes celulares gruesas), lo que le da esa consistencia correosa que incrementa su peso y es por esto que esta especie registra los valores más altos de biomasa. Por otro lado, *Inocybe geophylla* que fue la especie más frecuente en todo el estudio, ocupa el lugar 16 en biomasa generada de todas las especies (6%) lo que se relaciona con las estrategias y la historia de vida de los organismos, ya que hay especies como *Coprinus* spp., *Mycena* spp. y *Dacryopinax lowyi*, que producen un gran número de esporomas, pero son de talla pequeña y están compuestos por agua en su mayoría de tal forma que, al deshidratarse, pierden el mayor porcentaje del peso y contribuyen muy poco a la biomasa. Caso contrario ocurre con especies como *Boletus pulverulentus* y *Geastrum saccatum*, que pese a su escasa abundancia acumulan mucha biomasa. En general la dominancia de las especies en términos de sus esporomas dependerá de la cantidad de recursos que destinen a la reproducción sexual o bien a requerimientos ecológicos específicos que promuevan la producción de esporomas (Gardes y Bruns, 1996; Garibay-Orijel *et al.*, 2009).

La comunidad de macromicetos del paraje “El Pantano” evaluada a partir de sus esporomas, está compuesta de pocas especies comunes y muchas especies raras, tal como se observa en otros estudios de comunidades de hongos (Gardes y Bruns, 1996; Reverchón *et al.*, 2010). Además una gran parte de las especies produce una baja abundancia de esporomas tanto de la comunidad micorrizógena como de la saprobia, lo

que concuerda con lo observado en otros estudios (Toljander *et al.*, 2006). De acuerdo a los resultados que obtuvimos, el 87% de los esporomas de especies saprobias fueron de *Trichaptum abietinum*, constituyendo una especie clave en la reintroducción de nutrimentos al ciclo de carbono desde hace al menos 40 años (García, 1973). Aunado a la disponibilidad de sustratos, esta la heterogeneidad espacial a lo largo del gradiente, que propicia que se generen un mayor número de nichos ecológicos (Grimm *et al.*, 2013) los cuales proveerán de mayores recursos y condiciones específicas para distintas especies, con la probabilidad de culminar en la producción de esporomas (Reverchón *et al.*, 2010). En particular para *Xerocomus chrysenteron*, se observó que varios de los esporomas estaban infectados por *Hypomyces chrysospermus* Tul. & C. Tul., modificando su morfogénesis. Es probable que la abundancia de éste micromiceto este afectando la distribución de su hospedero al infectar sus esporomas desde etapas muy tempranas, lo que impacta en la disminución de propágulos que permitan la colonización de nuevos espacios en el gradiente.

Al igual que con los demás atributos de la comunidad (frecuencia, biomasa y abundancia), la riqueza de especies se incrementó con la altitud. Dicho efecto se ha visto para las comunidades de hongos ectomicorrizógenos en estudios previos que involucran gradientes de altitud más amplios (Vázquez-Mendoza, 2008; Gómez-Hernández *et al.*, 2012), mientras que en otros se observa el patrón a la inversa (Kernaghan y Harper, 2001; Zhang *et al.*, 2010). Dichos trabajos analizan gradientes de altitud de mayor amplitud, por lo que este trabajo cobra mayor relevancia al encontrar un efecto de la altitud en la estructura a pequeña escala.

Los atributos de frecuencia (espacial y temporal), abundancia y biomasa se reflejan en el índice de valor de importancia (ver Apéndice I) calculado para toda la comunidad, en el que se observa que son pocas especies las que superan el 5% siendo éstas generalistas y con menores requerimientos para establecerse y fructificar. Dado que las distancias en altitud evaluadas en otros estudios no son comparables con este trabajo, es necesario el desarrollo de estudios que involucren el cambio en la estructura de la comunidad de hongos en escalas pequeñas. Así mismo si la composición de especies varía incluso en

condiciones de vegetación similares, los hongos podrían requerir de la protección de más área que la contemplada en la conservación de especies vegetales (O'Dell *et al.*, 1999). En particular en regiones montañosas es necesario implementar medidas de conservación para las comunidades fúngicas ya que, con el calentamiento global, se desencadenarán migraciones hacia mayores altitudes (Vázquez-Mendoza, 2008), que es donde se encuentra una mayor riqueza de especies.

En este trabajo decidimos catalogar a las especies del género *Clavulina* como saprobias, pese a que otros autores ubican al género como ectomicorrizógeno (ECM) (Rinaldi, 2008 y Tedersoo *et al.*, 2010), debido a las condiciones bajo las cuáles se encontraron desarrollándose los esporomas. En este sentido es importante destacar que, si bien el trabajo de Argüelles-Moyao (2013) registró a partir del análisis de las micorrizas, que estas dos especies son de las más importantes en términos de frecuencia en un sitio relativamente próximo al PNDL (Sierra de las Cruces, Estado de México), la frecuencia de esporomas por el contrario fue sumamente baja, fenómeno que podría estar relacionado con el efecto que tiene la estructura vegetal sobre la comunidad de los macromicetos y la respuesta de estos organismos a distintas condiciones ambientales, ya que la zona estudiada por este autor está más conservada que el paraje "El Pantano". Por otra parte estudios como los de Colpaert y Van Tichelen (1996), Courty *et al.* (2005), Rajala *et al.* (2011) y Bödeker (2012) han mostrado que géneros de Basidiomicetos también catalogados como ECM (*e.g.* *Lactarius*, *Russula*, *Cortinarius*, *Thelephora* y *Tomentella*, entre otros), muestran actividad enzimática durante la degradación de madera y otros restos vegetales tanto *in vitro* como *in situ*. En el caso de lo reportado para *Cortinarius* es particularmente evidente en bosques donde los árboles se encuentran limitados en términos de los nutrientes disponibles (Bödeker, 2012). Debido a que en "El Pantano" es evidente el mal estado del arbolado, la distribución del carbono asimilado a partir de la fotosíntesis hacia las raíces y en consecuencia hacia las micorrizas está limitada, ya que los recursos generados por el fitobionte están siendo destinados principalmente a la sobrevivencia (González-Medina *et al.*, 2010). Pese a esto la abundancia de esporomas de *Clavulina* fue notoria, lo cual sugiere la posibilidad de que estas especies puedan fungir

como saprobias facultativas cuyo rol funcional además del establecimiento de la simbiosis micorrizógena, pueda ser la descomposición de materia orgánica y de manera indirecta, la influencia en la descomposición por parte de otros hongos saprobios debido al efecto antagónico de la competencia por recursos (Bödeker, 2012).

Otro aspecto relacionado con la posible actividad saprobia de *Clavulina* lo constituyen las estrategias de dispersión diferencial entre las especies de macromicetos. En este caso, dado que “El Pantano” es una zona boscosa perturbada en donde el dosel se ha abierto y se ha perdido una cobertura vegetal homogénea, estas especies podrían estar utilizando como fuente de inóculo principal a las esporas e hifas del micelio terciario (Zamora-Martínez, 2010), lo que explica su alta frecuencia registrada en este trabajo; por otro lado, en sitios conservados cuyos árboles en su mayoría son de edad adulta y en conjunto forman masas boscosas maduras, pueden existir una mayor cantidad de genetos de hongos hipógeos de mayor tamaño y longevidad, los cuáles constituyan la fuente principal de inóculo para la colonización de las nuevas plántulas, distribuyendo en menor proporción sus recursos hacia la producción de esporomas (Zamora-Martínez, 2010), lo que explica la baja frecuencia de los mismos en el caso de la Sierra de Las Cruces (Argüelles-Moyao, 2013).

A partir de lo anterior, surgen dos hipótesis: la primera relacionada con las condiciones ambientales en donde una misma especie puede recurrir a distintas fuentes de recursos, dependiendo del estado de conservación de la vegetación circundante; en este caso las especies del género *Clavulina*, catalogadas como ECM (Rinaldi, 2008 y Tedersoo *et al.*, 2010), podrían actuar como saprobias facultativas de tal modo que su fuente principal de recursos en un ecosistema perturbado como “El Pantano”, sea la materia orgánica inerte; del mismo modo, debido al deterioro de la vegetación en la zona estudiada, éstas especies estarían utilizando como medio de dispersión a los esporomas, de tal modo que les permita asegurar su permanencia en el ecosistema durante el proceso de sucesión vegetal durante el cual, una vez que las condiciones ambientales resulten óptimas, se inicie la germinación y el desarrollo hipógeo de nuevos individuos. Futuros

estudios permitirán conocer con mayor puntualidad, la función que estas especies tienen en el ecosistema.

6.2. La variación temporal (fenología)

Aunque la variación estacional de la precipitación y temperatura hacen evidente una modificación en la frecuencia y la biomasa de esporomas (figs. 5.13 y 5.15), los datos que obtuvimos indican que los cambios en los niveles de precipitación son los que impactan significativamente en este proceso. Así mismo, se observaron los valores más altos de riqueza y biomasa de especies, en registros de precipitación mensual cercanos al pico máximo (agosto), aspectos que concuerdan con lo obtenido por otros autores como O'Dell *et al.* (1999). El hecho de que la riqueza de especies incremente con la precipitación puede deberse a que la lluvia favorece la ubicación de nuevos nichos que favorezcan el desarrollo de nuevos organismos (Munguía *et al.*, 2006) y al establecimiento de condiciones microambientales en el micelio que favorecen la agregación de células para la formación de los esporomas. Si bien los datos muestran que la temperatura no tiene un efecto significativo tanto en la frecuencia de registros como en la biomasa, esto posiblemente se deba al origen de los datos, los cuales se obtuvieron de la estación Tacubaya, Del. Miguel Hidalgo ubicada a 25 km del Desierto de los Leones mientras que los datos de precipitación se obtuvieron de una estación pluviométrica ubicada dentro del parque. Sin embargo, el hecho de que de ambos factores sea la precipitación el de mayor relevancia para el incremento en la frecuencia de registros y biomasa de esporomas, ya ha sido descrito en trabajos previos (Chacón y Guzmán, 1995; Munguía *et al.*, 2003; Gómez-Hernández *et al.*, 2012).

6.3. El microhábitat para la producción de esporomas

Los parámetros microambientales de los hábitats en los que los macromicetos producen esporomas varían entre las especies. *Clavulina cristata* por ejemplo, se colectó en intervalos de temperaturas muy amplios (de 6.7 a 21.8°C), humedades relativas bajas (desde 53%), y radiación solar extremadamente alta (hasta 700 W/m²). Estos valores

aunados a los datos de frecuencia y abundancia, confirman que esta especie es euritópica y explican el por qué se encuentra ampliamente distribuida en el gradiente altitudinal y en mayor número de fechas. Otras especies euritópicas semejantes fueron *Inocybe geophylla* y *Cortinarius* sp. 1, que tienen frecuencias altas, así como abundancia de esporomas y biomasa elevadas. Una posible explicación a estos patrones de distribución es que por ejemplo, se ha visto que las especies del género *Inocybe* están asociadas a sitios con menor materia orgánica y mayor amplitud de temperaturas (Kernaghan y Harper, 2001). Gómez-Hernández *et al.* (2012) por su parte, encontraron que tanto la humedad relativa como la temperatura y el contenido de agua del suelo afectan la distribución de los hongos. Las tres especies euritópicas observadas en este trabajo fueron capaces de fructificar en condiciones que para la mayoría de las especies no fue factible.

La compactación del suelo se ve reflejada en el contenido de agua registrado en este sustrato, aspecto que puede afectar la producción de esporomas (Egli *et al.*, 2006). Dado que este estudio pretendió abarcar la heterogeneidad espacial de la zona a lo largo del gradiente, algunas parcelas se ubicaron en caminos (1, 5, 8 y 11). Además pudimos observar que, pese a ser una zona de resguardo y monitoreo ecológico, hay presencia de ganado vacuno que altera las características físicas del suelo y a su vez aporta materia orgánica al medio a través de las excretas.

6.4. Los macromicetos con esporomas perennes

Fomitopsis pinicola y *Gloeophyllum sepiarium* son especies xilófagas, cuyos basidiomas permanecen por varios años en los sustratos. Tanto en 2013 como en 2014 la mayor cantidad de biomasa fue aportada por *F. pinicola*, la cual se registró en cuatro parcelas (1, 2, 4 y 13), por el contrario *G. sepiarium* únicamente se colectó en una parcela (13) y aportó muy poca biomasa. García-Romero (1973) describe a ambas especies como comunes en bosques de *Abies religiosa* y que crecen sobre árboles vivos o muertos, además de que están ampliamente distribuidos en bosques templados de Norteamérica con mayor frecuencia en sitios perturbados. La biomasa máxima durante 2013 de los hongos con esporomas anuales se registró en mayo y alcanzó un total de 112.54 g/390m².

Si a éste valor se suman los 1474.40 g que acumularon los macromicetos con esporomas perennes (MEP) en marzo de 2013, se registra un valor total de esporomas de macromicetos de 1586.94 g/390m² lo que implica que los MEP aportaron el 92.91% de la biomasa en tanto que los esporomas anuales aportaron el 7.08%. Esto apoya nuestra idea de que, al hacer un análisis de comunidad de macromicetos es adecuado manejar los datos de los MEP aparte de los datos de los esporomas anuales, con la finalidad de que el análisis fenológico de las comunidades de macromicetos sea congruente con los atributos biológicos (*i.e.* perennes o anuales) de los *taxa* estudiados.

6.5. Factores que afectan al Parque Nacional Desierto de los Leones

Con lo reportado por Cibrián (1989), desde 1981 se ha visto un notorio decaimiento en los bosques de *Abies religiosa* del PNDL; tan sólo en 1987 se estimó que habían muerto un 30% de los árboles de la zona y el resto se encontraba en malas condiciones (alto porcentaje de ramas muertas, clorosis en las hojas, cambio de coloración del follaje y pérdida del mismo, así como presencia de plagas). Uno de los principales agentes inductores de este proceso crónico de decaimiento son las emisiones de ozono ya que, debido a las características del Valle de México y a las corrientes eólicas, durante la temporada de secas (de octubre a mayo) las corrientes llevan todo el aire de la ciudad en dirección sur y suroeste, en donde se encuentra el PNDL. Las hojas se dañan por el exceso de ozono y se reduce el flujo de carbohidratos hacia las raíces, limitando la nutrición de las micorrizas (González-Medina *et al.*, 2010). Se ha observado una mortalidad reciente del arbolado en sitios como “El Pantano” (González-Medina *et al.*, 2010) y afectaciones debido a plagas de insectos descortezadores, aunado a un incendio ocurrido en el año de 1998 que afectó gran parte de la extensión del Parque. Dichas condiciones inciden en la comunidad de macromicetos ya que en caso de que un ecosistema sea objeto de un disturbio, éste perderá especies con requerimientos más específicos y cambiará su composición con pocas especies dominantes (Grimm *et al.*, 2013). Es por lo anterior que el incremento en frecuencia y abundancia de especies como *Inocybe geophylla* y *Clavulina*

cristata pueda deberse a que el disturbio eliminó la competencia por recursos u hospederos (Buscardo *et al.*, 2010).

6.6. Limitaciones del estudio, bondades y perspectivas

El estudio de los macromicetos a través de sus esporomas brinda un panorama parcial de las comunidades, al haber especies con esporomas poco conspicuos o que no fructifican de manera periódica. Así mismo hay especies con alta frecuencia, abundancia y biomasa de esporomas, pero con escasa representatividad en el micelio subterráneo (Gardes y Bruns, 1996). Lo anterior está relacionado con las estrategias inherentes de colonización de las especies para asegurar su permanencia en el ecosistema a través de esporas o al expandir su talo (Ferris *et al.*, 2000). En general, son diversos los factores a los que se les atribuye la estructura de la comunidad de esporomas y esto dependerá del tipo de ecosistema en el que se encuentre así como del factor asociado que se desea estudiar. En algunos casos, el régimen de humedad será lo más importante, mientras que en otros podría ser el contenido de nitrógeno, los árboles hospederos, la edad del bosque, la intensidad de manejo, la compactación, el régimen de cosecha de esporomas, la temperatura y la precipitación (Arnolds, 1991; Nantel y Neumann, 1992; Gardes y Bruns, 1996; Trudell y Edmonds, 2004; Reverchón *et al.*, 2012a, b). Por otro lado, el cambio en la composición de especies fúngicas en un lugar dependerá no sólo de factores externos a los hongos (como los anteriormente mencionados), sino que también dependerá de las características intrínsecas de las especies, del micelio y la tolerancia a suelos con un régimen hídrico más o menos intenso (Trudell y Edmonds, 2004). Otra de las desventajas de estudios de análisis de distribución de esporomas en parcelas fijas es que el colector puede estar teniendo efecto en la producción local de hongos. Esto es debido a que se ha visto que el pisoteo tiene un efecto negativo en la producción de esporomas al reducir su abundancia (Egli *et al.*, 2006). Por último, debido a que este estudio carece de réplicas a lo largo del gradiente altitudinal, muchas especies pudieron no haber registrado abundancias mayores, además de que no es posible predecir los sitios en dónde fructificarán los esporomas. Aunado a esto, el método de muestreo no permitía la

recolecta de esporomas fuera de las parcelas y muchos esporomas observados no fueron recolectados.

Si bien no se puede evaluar funcionalmente la diversidad de especies registrada dado que el objeto de estudio fueron únicamente los esporomas, la búsqueda de los mismos es de gran relevancia para fines de conservación, al ser la manera más directa y rápida de evaluar la presencia de las especies en los ecosistemas (Kranabetter *et al.*, 2009). Lo anterior se soporta en que, pese a que la zona ha sido visitada por diversos micólogos desde la década de los 60's del siglo pasado, aún se tuvieron registros nuevos de 12 géneros y 17 especies.

Métodos de muestreo a través de parcelas que no están fijas (ver, por ejemplo, O'Dell *et al.*, 1999 y Burrola-Aguilar *et al.*, 2013) sino que abarcan mayores áreas dentro de un mismo paisaje y por periodos mas prolongados, deben de aplicarse dada la gran diversidad de macromicetos (descrita y estimada) y al relieve altamente heterogéneo que presenta el país. Con esto se estaría abordando la parte ecológica al estudiar y abarcar una mayor variabilidad de espacios y condiciones ambientales a la par de que se maximiza el esfuerzo de muestreo aumentando la probabilidad de hallar nuevas especies. Es importante destacar las similitudes entre zonas estudiadas previamente a este trabajo en cuanto a la composición de especies, relaciones de dominancia, características de vegetación y edáficas (ver Montoya-Esquivel, 2005; Gómez-Reyes *et al.*, 2011; Reverchón *et al.*, 2012b; Argüelles-Moyao, 2013) debido a que están inmersas dentro de la Faja Volcánica Transmexicana por lo que este trabajo, además de contribuir al conocimiento de la ecología de los macromicetos de los bosques templados del centro del país, funge como material adicional para el planteamiento de nuevas hipótesis y proyectos de mayor alcance en la región central de México.

6.7. Conclusiones

Se comprobó que hubo un efecto positivo del gradiente de altitud en el paraje “El Pantano” sobre la frecuencia de registros de esporomas, de la biomasa, de la abundancia de esporomas y de la riqueza de especies.

Se comprobó que el incremento de la precipitación constituye el factor principal que desencadena la producción de esporomas para la mayoría de las especies del paraje “El Pantano” a lo largo del año.

Inocybe constituyó el género dominante espacio-temporalmente. Aunado a esto es el género con mayor riqueza de especies (18) el cual puede estar llevando a cabo un papel fundamental en la regeneración y mantenimiento del bosque y sus funciones.

Trichaptum abietinum fue la especie que mayor biomasa seca aportó, lo que la convierte en una especie importante que contribuye a la degradación de la materia orgánica y a la reintroducción de la misma al ciclo del carbono en el ecosistema. Por su parte *Lactarius deliciosus* es la especie micorrizógena que mayor biomasa aporta (19.7%), constituyendo un recurso forestal no maderable aprovechable dado que es una especie comestible.

Especies como *Clavulina cristata*, *Inocybe geophylla* y *Cortinarius* sp. 1 son euritópicas, capaces de producir esporomas en intervalos más amplios de temperatura, humedad relativa del aire, contenido de agua en el suelo y radiación solar superficial.

El registro de 17 especies nuevas (*Agrocybe* cf. *praecox*, *Agrocybe* sp. 1, *Conocybe* sp. 1, *Conocybe* sp. 2, *Cortinarius* sp. 1, *Cortinarius* sp. 2, *Hymenochaete* sp. 1, *Hymenochaete* sp. 2, *Marasmiellus* sp. 1, *Marasmiellus* sp. 2, *Camarophyllus* sp. 1, *Dacryopinax lowyi*, *Hygrophoropsis aurantiaca*, *Pluteus* sp. 1, *Pseudocoprinus* sp. 1, *Ramariopsis* sp. 1 y *Trichoglossum* sp. 1) para la zona de estudio es una contribución al conocimiento de las especies que se encuentran en el Parque y que resalta el valor de este lugar como acervo de diversidad de especies de hongos que aún falta por estudiar. Es necesario el estudio de gradientes ambientales a pequeña escala para entender cómo varían las comunidades de hongos en topografías accidentadas y relieves montañosos como los que caracterizan a México.

LITERATURA CITADA

- Aguirre-Acosta, E., Ulloa, M., Aguilar, S., Cifuentes, J. y Valenzuela, R. 2014. Biodiversidad de hongos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 76-81.
- Alfredsen, G. y Hoiland, K. 2001. Succession of terrestrial macrofungi along a deglaciation gradient at Glacier Blaisen, South Norway. *Nordic Journal of Botany* 21: 19-37.
- Argüelles-Moyao, A. 2013. Efecto del suelo del bosque de *Abies religiosa* en la comunidad de hongos ectomicorrízicos en El Zarco, San Pedro Atlapulco, Estado de México. Tesis de maestría. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 113 pp.
- Arnolds, E. 1991. Decline of ectomycorrhizal fungi in Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 35: 209-244.
- Arnolds, E. 1992. The analysis and classification of fungal communities with special reference to macrofungi. Pp. 7-47, en: Winterhoff, W. (ed.), *Fungi in Vegetation Science*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Bautista-Nava, E. y Moreno-Fuentes, A. 2009. Primer registro de *Calostoma cinnabarina* (Sclerodermatales) como especie comestible. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 561-564.
- Begon, M., Townsend, C. y Harper, J. 2006. Ecology from individuals to ecosystems. Blackwell Publishing, Malden. 754 pp.
- Bödeker, I. 2012. Functional ecology of ectomycorrhizal fungi. Peroxidases, decomposition, spatial community patterns. Tesis de Doctorado. Facultad de Recursos Naturales y Ciencias Agrícolas, Universidad Sueca de Ciencias Agrícolas, Uppsala. 64 pp.
- Burrola-Aguilar, C., Garibay-Orijel, R. y Argüelles-Moyao, A. 2013. *Abies religiosa* forests harbor the highest species density and sporocarp productivity of wild edible mushrooms among five different vegetation types in a neotropical temperate forest region. 2013. *Agroforestry Systems* 87: 1101-1115.
- Buscardo, E., Rodríguez-Echeverría, S., Martín, M., De Angelis, P., Pereira, J. y Freitas, H. 2010. Impact of wildfire return interval on the ectomycorrhizal resistant propagules communities of a Mediterranean open forest. *Fungal Biology* 114: 628-636.

- Chacón, S. y Guzmán, G. 1995. Observations on the phenology of ten fungal species in the subtropical forests at Xalapa, México. *Mycological Research* 99: 54-56.
- Cibrián, D. 1989. Air pollution and forest decline near Mexico City. *Environmental Monitoring and Assessment* 12: 49-58.
- Colpaert, J. y Van Tichelen, K. 1996. Decomposition, nitrogen and phosphorus mineralization from beech leaf litter colonized by ectomycorrhizal and litter-decomposing basidiomycetes. *New Phytologist* 134: 123-132.
- CONANP-SEMARNAT, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2006. *Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Desierto de Los Leones*. México, D.F.
- Courty, P.E., Pritsch, K., Schloter, M., Hartmann, A. y Garbaye, J. 2005. Activity profiling of ectomycorrhiza communities in two forest soils using multiple enzymatic tests. *New Phytologist* 167: 309-319.
- Courty, P.E., Buée, M., Diedhiou, A., Frey-Klett, P., Le Tacon, F., Rineau, F., Turpault, M.P., Uroz, S. y Garbaye, J. 2010. The role of ectomycorrhizal communities in forest ecosystem processes: New perspectives and emerging concepts. *Soil Biology and Biochemistry* 42: 679-698.
- Delgado, A., Villegas R., M. y Cifuentes B., J. 2005. *Glosario Ilustrado de los Caracteres Macroscópicos en Basidiomycetes con Himenio Laminar*. Las Prensas de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 84 pp.
- Dighton, J. 2003. *Fungi in Ecosystem Processes*. Marcel Dekker Ink, Nueva York. 432 pp.
- Egli, S., Peter, M., Buser, C., Stahel, W. y Ayer, F. 2006. Mushroom picking does not impair future harvests - results of a long-term study in Switzerland. *Biological Conservation* 129: 271-276.
- Ferris, R. Peace, A. y Newton, A. 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.

- García, R., López, M., Velázquez, A. y Pérez-Moreno. 1998. Mycorrhizal and Saprotrophic macrofungi in declining sacred-fir stands. *Micología Neotropical Aplicada* 11: 9-21.
- García-Romero, E. 1973. Estudio de los poliporáceos del Desierto de los Leones, D.F. Tesis de licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México, D.F. 72 pp.
- Gardes, M. y Bruns, T.D. 1996. Community structure of ectomycorrhizal fungi in a *Pinus muricata* forest: above-and below-ground views. *Canadian Journal of Botany* 74: 1572-1583.
- Garibay-Orijel, R., Martínez-Ramos, M. y Cifuentes, J. 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.
- Gómez-Hernández, M., Williams-Linera, G., Guevara, R. y Lodge, D. 2012. Patterns of macromycete community assemblage along an elevation gradient: options for fungal gradient and metacommunity analyses. *Biodiversity and Conservation* 21: 2247-2268.
- Gómez-Reyes, V., Gómez-Peralta, M. y Terrón-Alfonso, A. 2011. Efecto de las variables ambientales sobre la biomasa de macromicetos ectomicorrízicos. *Biológicas* 13: 70-76.
- González-Medina, R.E., M. Mendoza B. y D. Alvarado-Rosales. 2010. Exposición a ozono en relación a vitalidad en un bosque de oyamel (*Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. & Cham). *Madera y Bosques* 16: 7-19.
- Grimm, N., Staudinger, M., Staudt, A., Carter, S., Chapin III, S., Kareiva, P., Ruckelshaus, M. y Stein, B. 2013. Climate-change impacts on ecological systems: introduction to a US assessment. *Frontiers in Ecology and the Environment* 11: 456-464.
- Harley, J. y Smith, S. 1983. Mycorrhizal symbiosis. Academic Press, Londres. 483 pp.
- Hawksworth, D. 2001. The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. *Mycological Research* 105: 1422-1432.
- Hawksworth, D. y Mueller, G. 2005. Fungal communities: Their diversity and distribution. Pp. 27-38, en: Dighton, J., White, J. y Oudemans, P. (eds.) *The Fungal Community: Its Organization and Role in the Ecosystem*. CRC Press, Boca Ratón, Florida. 936 pp.

- Hernández-Rodríguez, M., Oria-de-Rueda, J. y Martín-Pinto, P. 2013. Post-fire fungal succession in a Mediterranean ecosystem dominated by *Cistus ladanifer* L. *Forest Ecology and Management* 289: 48-57
- Herrera, T. y Ulloa, M. 1998. *El Reino de los Hongos Micología Básica y Aplicada*. Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 552 pp.
- Hobbie, E. Weber, N., Trappe, J. y Van Klinken, G. 2002. Using radiocarbon to determine the mycorrhizal status of fungi. *New Phytologist* 156: 129-136.
- Izzo, A., Agbowo, J. y Bruns, T. 2005. Detection of plot-level changes in ectomycorrhizal communities across years in an old-growth mixed-conifer forest. *New Phytologist* 166: 619-629.
- Jones, M., Phillips, L., Treu, R., Ward, V. y Berch, S. 2012. Functional responses of ectomycorrhizal fungal communities to long-term fertilization of lodgepole pine (*Pinus contorta* Dougl. ex Loud. var. *latifolia* Engelm.) stands in central British Columbia. *Applied Soil Ecology* 60: 29-40.
- Kernaghan, G. y Harper, K. 2001. Community structure of ectomycorrhizal fungi across an alpine/subalpine ecotone. *Ecography* 24: 181-188.
- Kirk, P., Cannon, P., Minter, D. y Stalpers, J. (eds.). 2008. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*. Cromwell Press, Trowbridge. 771 pp.
- Kranabetter, J., Friesen, J., Gamiet, S. y Kroeger, P. 2009. Epigeous fruiting bodies of ectomycorrhizal fungi as indicators of soil fertility and associated nitrogen status of boreal forests. *Mycorrhiza* 19: 535-548.
- Largent, D. y Baroni, T. 1988. How to identify mushrooms to genus VI: Modern Genera. Primera Edición. Mad River Press, Eureka. 277 pp.
- Lisiewska, M. 1992. Macrofungi on special substrates. Pp. 151-182, en: Winterhoff, W. (ed.) *Fungi in Vegetation Science*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 258 pp.
- Montoya-Esquivel, A. 2005. Aprovechamiento de los hongos silvestres comestibles en el volcán La Malinche, Tlaxcala. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 159 pp.
- Moore-Landecker, E. 1996. *Fundamentals of Fungi*. Prentice Hall, Upper Saddle River. 574 pp.

- Morris, S. y Robertson, G. 2005. Linking function between scales of resolution. Pp. 13-26, en: Dighton, J., White, J. y Oudemans, P. (eds.) *The Fungal Community: Its Organization and Role in the Ecosystem*. CRC Press, Boca Ratón, Florida. 936 pp.
- Mueller, G., Schmit, J., Leacock, P., Buyck, B., Cifuentes, J., Desjardin, D., Halling, R., Hjortstam, K., Iturriaga, T., Larsson, K-H., Lodge, D., May, T., Minter, D., Rajchenberg, M., Redhead, S., Ryvarden, L., Trappe, J., Watling, R. y Wu, Q. 2007. Global diversity and distribution of macrofungi. *Biodiversity and Conservation* 16: 37-48.
- Munguía, P., Guzmán- Dávalos, L. y Rodríguez, O. 2003. Macromycete phenological approximations in westerns Mexican forests. *The Southwestern Naturalist* 48: 661-665.
- Munguía, P., Guzmán, G. y Ramírez-Guillén, F. 2006. Seasonal community structure of macromycetes in Veracruz, México. *Ecography* 29: 57-65.
- Nantel, P., y Neumann, P. 1992. Ecology of ectomycorrhizal-basidiomycete communities on a local vegetation gradient. *Ecology* 73: 99-117.
- Nishida, L. 1989. Key to the species of *Inocybe* in California. *Mycotaxon* 34: 181-196.
- O'Dell, T., Ammirati, J. y Schreiner, E. 1999. Species richness and abundance of ectomycorrhizal basidiomycete sporocarps on a moisture gradient in the *Tsuga heterophylla* zone. *Canadian Journal of Botany* 77: 1699-1711.
- O'Brien, H., Parrent, J., Jackson, J., Moncalvo, J. y Vilgalys, R. 2005. Fungal community analysis by large-scale sequencing of environmental samples. *Applied and Environmental Microbiology* 71: 5544-5550.
- Pritsch, K., Munch, J. y Buscot, F. 1997. Morphological and anatomical characterization of black alder *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. ectomycorrhizas. *Mycorrhiza* 7: 201-216.
- Quiñónez-Martínez, M., Garza-Ocañas, F., Sosa-Cerecedo, M., Lebgue-Keleng, T., Lavin-Murcio, P. y Bernal-Carrillo, S. 2008. Índices de diversidad y similitud de hongos ectomicorrizógenos en bosques de Bocoyna, Chihuahua, México. *Revista Ciencia Forestal en México* 33: 59-78.
- Rajala, T., Peltoniemi, M., Hantula, J., Mäkipää, R. y Pennanen, T. 2011. RNA reveals a succession of active fungi during the decay of Norway spruce logs. *Fungal Ecology* 4: 437-448.

- Ramírez-López, I. 2011. Diversidad y aspectos relevantes en torno a la distribución de Homobasidiomycetes clavarioides en la Estación de Biología de Chamela, Jalisco. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 126pp.
- Reverchón, F., Ortega-Larrocea, M. y Pérez-Moreno, J. 2010. Saprophytic fungal communities change in diversity and species composition across a volcanic soil chronosequence at Sierra del Chichinautzin, Mexico. *Annals of Microbiology* 60: 217-226.
- Reverchón, F., Ortega-Larrocea, M. y Pérez-Moreno, J. 2012a. Soil factors influencing ectomycorrhizal sporome distribution in neotropical forests dominated by *Pinus montezumae*, Mexico. *Mycoscience* 53: 203-210.
- Reverchón, F., Ortega-Larrocea, M., Bonilla-Rosso, G. y Pérez-Moreno, J. 2012b. Structure and species composition of ectomycorrhizal fungal communities colonizing seedlings and adult trees of *Pinus montezumae* in Mexican neotropical forests. *FEMS Microbiology Ecology* 80: 479-487.
- Richard, F., Moreau, P., Selosse, M. y Gardes, M. 2004. Diversity and fruiting patterns of ectomycorrhizal and saprobic fungi in an old-growth Mediterranean forest dominated by *Quercus ilex* L. *Canadian Journal of Botany* 82: 1711-1729.
- Rinaldi, A. C., Comandini, O. y Kuyper, T.W. 2008. Ectomycorrhizal fungal diversity: separating the wheat from the chaff. *Fungal Diversity* 33: 1-45.
- Schneider, K., Renker, C. y Maraun, M. 2005. Oribatid mite (Acari, Oribatida) feeding on ectomycorrhizal fungi. *Mycorrhiza* 16: 67-72.
- Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT) [en línea]: Secretaria de Medio Ambiente del D.F. "Calidad del aire/Productos/Información sobre la calidad del aire/índice ultravioleta". <<http://www.calidadaire.df.gob.mx/calidadaire/index.php?opcion=2&opcioninfoproductos=23>> [Consulta: 16 de abril de 2014].
- Slankis, V. 1974. Soil factors influencing formation of mycorrhizae. *Annual Review of Phytopathology* 12: 437-457.

- Straatsma, G. y Krisai-Greilhuber, I. 2003. Assemblage structure, species richness, abundance, and distribution of fungal fruit bodies in a seven year plot based survey near Vienna. *Mycological Research* 107: 632-640.
- Straatsma, G., Ayer, F. y Egli, S. 2001. Species richness, abundance and phenology of fungal fruit bodies over 21 years in a Swiss forest plot. *Mycological Research* 105: 515-523.
- Tedersoo, L., May, T. y Smith, M. 2010. Ectomycorrhizal lifestyle in fungi: global diversity, distribution, and evolution of phylogenetic lineages. *Mycorrhiza* 20: 217-263.
- Toljander, J., Eberhardt, U., Toljander, Y., Paul, L. y Taylor, A. 2006. Species composition of an ectomycorrhizal fungal community along a local nutrient gradient in a boreal forest. *New phytologist* 170: 873-883.
- Tovar, J. y Valenzuela, R. (eds.). 2006. *Los Hongos del Parque Nacional Desierto de Los Leones Primer Espacio de Conservación Biológica en México*. Gobierno del Distrito Federal, México, D.F. 131 pp.
- Trudell, S. y Edmonds, R. 2004. Macrofungus communities correlate with moisture and nitrogen abundance in two old-growth conifer forests, Olympic National Park, Washington, USA. *Canadian Journal of Botany* 82: 781-800.
- Vázquez-Mendoza, S. 2008. Ecología de comunidades de macromicetos a lo largo de un gradiente altitudinal en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca. Instituto Politécnico Nacional, Oaxaca. 68 pp.
- Villanueva-Jiménez, E., Villegas-Ríos, M., Cifuentes-Blanco, J. y León-Avedaño, H. 2006. Diversidad del género *Amanita* en dos áreas con diferente condición silvícola en Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77: 17-22.
- Webster, J. y Weber, R. 2007. *Introduction to Fungi*. Cambridge University Press, Nueva York. 841 pp.
- Zamora-Martínez, M. 2010. El monitoreo de las poblaciones de macromicetos ectomicorrícicos y su relevancia en estudios ecológicos y el manejo sustentable. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 85 pp.

Zhang, Y., Zhou, D., Zhao, Q., Zhou, T. y Hyde, K. 2010. Diversity and ecological distribution of macrofungi in the Laojun Mountain region, southwestern China. *Biodiversity and Conservation* 19: 3545-3563.

APÉNDICE I.

Parámetros medidos por especie de la comunidad de hongos registrada en el paraje “El Pantano” del Parque Nacional Desierto de los Leones, D.F. Nomenclatura basada en Largent y Baroni (1988), Nishida (1989) y Kirk *et al.* (2008).

ESPECIE	AA	AR	FEA	FER	FTA	FTR	BA	BR	SU	ASO	IVI% (T)	IVI% (M)	IVI% (S)
<i>Agrocybe cf. praecox</i>	4	0.04	2	1.16	1	0.47	0.67	0.14	H,T	S	0.45	—	0.85
<i>Agrocybe sp. 1</i>	3	0.03	1	0.58	1	0.47	0.34	0.07	T	S	0.29	—	0.54
<i>Amanita gemmata</i>	6	0.07	2	1.16	4	1.86	4.95	1.03	T	M	1.03	2.39	—
<i>Armillaria sp. 1</i>	1	0.01	1	0.58	1	0.47	0.03	0.01	H	S	0.27	—	0.51
<i>Auricularia polytricha</i>	30	0.33	2	1.16	6	2.79	10.67	2.22	L	S	1.62	—	2.94
<i>Bolbitius sp. 1</i>	2	0.02	1	0.58	2	0.93	0.04	0.01	L*	S	0.39	—	0.75
<i>Boletus pulverulentus</i>	2	0.02	1	0.58	1	0.47	7.02	1.46	T	M	0.63	1.56	—
<i>Boletus sp. 1</i>	2	0.02	1	0.58	1	0.47	4.04	0.84	T	M	0.48	1.15	—
<i>Camarophyllus sp. 1</i>	72	0.78	1	0.58	3	1.4	1.98	0.41	T	S	0.79	—	1.36
<i>Clavaria sp. 1</i>	21	0.23	2	1.16	2	0.93	0.1	0.02	T	S	0.59	—	1.09
<i>Clavulina cf. cinnerea</i>	38	0.41	1	0.58	2	0.93	4.43	0.92	L*	S	0.71	—	1.23
<i>Clavulina cristata</i>	216	2.34	8	4.65	6	2.79	14.46	3	L*,T	S	3.2	—	5.44
<i>Clavulina sp. 1</i>	11	0.12	1	0.58	1	0.47	0.02	0.004	T	S	0.29	—	0.54
<i>Clitocybe sp. 1</i>	2	0.02	1	0.58	1	0.47	0.16	0.03	T	M	0.28	0.62	—
<i>Conocybe sp. 1</i>	1	0.01	1	0.58	1	0.47	0.01	0.002	H	S	0.26	—	0.51
<i>Conocybe sp. 2</i>	1	0.01	1	0.58	1	0.47	0.03	0.01	H	S	0.27	—	0.51
<i>Coprinus atramentarius</i>	3	0.03	1	0.58	2	0.93	0.18	0.04	L*,H	S	0.4	—	0.77
<i>Coprinus lagopus</i>	2	0.02	2	1.16	1	0.47	0.22	0.05	L*,H	S	0.42	—	0.8
<i>Coprinus sp. 1</i>	5	0.05	1	0.58	1	0.47	0.26	0.05	H	S	0.29	—	0.54
<i>Cortinarius sp. 1</i>	49	0.53	1	0.58	6	2.79	10.19	2.12	T	M	1.5	4.49	—
<i>Cortinarius sp. 2</i>	47	0.51	2	1.16	4	1.86	15.1	3.13	T	M	1.67	4.96	—
<i>Cyptotrama sp. 1</i>	9	0.1	2	1.16	3	1.4	0.31	0.06	L	S	0.68	—	1.3
<i>Dacryopinax lowyi</i>	159	1.72	3	1.74	2	0.93	0.63	0.13	L	S	1.13	—	1.82
<i>Entoloma sp. 1</i>	3	0.03	1	0.58	2	0.93	0.11	0.02	T	S	0.39	—	0.76
<i>Galerina sp. 1</i>	6	0.07	1	0.58	1	0.47	0.28	0.06	L	S	0.29	—	0.55
<i>Geastrum saccatum</i>	4	0.04	1	0.58	1	0.47	2.05	0.42	T	S	0.38	—	0.69

APÉNDICE I. (Continúa)

ESPECIE	AA	AR	FEA	FER	FTA	FTR	BA	BR	SU	ASO	IVI% (T)	IVI% (M)	IVI% (S)
<i>Gymnopilus</i> sp. 1	6	0.07	1	0.58	2	0.93	0.23	0.05	L	S	0.41	—	0.78
<i>Gymnopilus</i> sp. 2	2	0.02	1	0.58	1	0.47	0.04	0.01	L	S	0.27	—	0.52
<i>Hebeloma</i> sp. 1	49	0.53	3	1.74	6	2.79	6.80	1.41	T	M	1.62	4.65	—
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>	8	0.09	2	1.16	3	1.4	0.98	0.2	L,T	S	0.71	—	1.36
<i>Hymenochaete</i> sp. 1	13	0.14	1	0.58	1	0.47	8.05	1.67	L	S	0.71	—	1.22
<i>Hymenochaete</i> sp. 2	9	0.1	1	0.58	1	0.47	4.77	0.99	L	S	0.53	—	0.93
<i>Hypholoma</i> sp. 1	3	0.03	1	0.58	1	0.47	0.3	0.06	L	S	0.29	—	0.54
<i>Hypholoma</i> sp. 2	4	0.04	1	0.58	1	0.47	0.34	0.07	T	S	0.29	—	0.55
<i>Inocybe geophylla</i>	126	1.37	6	3.49	7	3.26	5.96	1.24	T	M	2.34	7.89	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 1	10	0.11	6	3.49	6	2.79	1.03	0.21	T	M	1.65	3.68	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybe</i> sp. 2	6	0.07	3	1.74	3	1.4	0.44	0.09	T	M	0.82	1.86	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 3	23	0.25	1	0.58	2	0.93	0.94	0.2	T	M	0.49	1.56	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inosperma</i> sect. <i>Rimosae</i> sp. 4	12	0.13	1	0.58	2	0.93	0.34	0.07	T	M	0.43	1.16	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inosperma</i> sect. <i>Rimosae</i> sp. 5	23	0.25	3	1.74	4	1.86	1.78	0.37	T	M	1.06	2.76	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybe</i> sp. 6	1	0.01	1	0.58	1	0.47	0.11	0.02	T	M	0.27	0.59	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 7	7	0.08	2	1.16	1	0.47	0.78	0.16	T	M	0.47	1.16	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 8	3	0.03	1	0.58	1	0.47	0.03	0.01	T	M	0.27	0.63	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybe</i> sp. 9	1	0.01	1	0.58	1	0.47	0.16	0.03	T	M	0.27	0.59	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 10	1	0.01	1	0.58	1	0.47	0.01	0.003	T	M	0.27	0.57	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybe</i> sp. 11	1	0.01	1	0.58	1	0.47	0.21	0.04	T	M	0.27	0.6	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 12	11	0.12	3	1.74	3	1.4	0.31	0.06	T	M	0.83	1.98	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybe</i> sp. 13	4	0.04	2	1.16	2	0.93	0.35	0.07	T	M	0.55	1.25	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 14	22	0.24	3	1.74	5	2.33	6.82	1.42	T	M	1.43	3.65	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inosperma</i> sect. <i>Rimosae</i> sp. 15	15	0.16	1	0.58	2	0.93	3.63	0.75	T	M	0.61	1.7	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 16	3	0.03	1	0.58	1	0.47	0.21	0.04	T	M	0.28	0.66	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inosperma</i> sect. <i>Rimosae</i> sp. 17	6	0.07	1	0.58	1	0.47	1.33	0.28	T	M	0.35	0.9	—
<i>Laccaria</i> sp. 1	2	0.02	1	0.58	2	0.93	0.13	0.03	T	M	0.39	0.85	—
<i>Lactarius deliciosus</i>	47	0.51	5	2.91	6	2.79	35.89	7.45	T	M	3.41	9.22	—
<i>Lactarius</i> sp. 1	6	0.07	1	0.58	1	0.47	1.12	0.23	T	M	0.34	0.87	—
<i>Lentinellus</i> sp. 1	138	1.5	1	0.58	3	1.4	1.57	0.33	L,T	S	0.95	—	1.52
<i>Lyophyllum</i> sp. 1	10	0.11	1	0.58	3	1.4	0.75	0.16	H,T	S	0.56	—	1.07
<i>Lyophyllum</i> sp. 2	4	0.04	1	0.58	1	0.47	3.13	0.65	T	S	0.43	—	0.78
<i>Marasmiellus</i> sp. 1	3	0.03	1	0.58	1	0.47	0.02	0.003	L	S	0.27	—	0.52

APÉNDICE I. (Continúa)

ESPECIE	AA	AR	FEA	FER	FTA	FTR	BA	BR	SU	ASO	IVI% (T)	IVI% (M)	IVI% (S)
<i>Marasmiellus</i> sp. 2	10	0.11	1	0.58	1	0.47	0.05	0.01	L	S	0.29	—	0.54
<i>Marasmius</i> sp. 1	60	0.65	4	2.33	3	1.4	0.06	0.01	L*,H	S	1.1	—	1.98
<i>Marasmius</i> sp. 2	9	0.1	2	1.16	2	0.93	0.16	0.03	L*,H	S	0.56	—	1.06
<i>Morchella</i> sp. 1	14	0.15	1	0.58	4	1.86	2.29	0.48	T	M	0.77	1.94	—
<i>Morchella</i> cf. <i>angusticeps</i>	3	0.03	1	0.58	1	0.47	8.2	1.7	T	M	0.7	1.76	—
<i>Mycena</i> sp. 1	5	0.05	4	2.33	5	2.33	0.06	0.01	H	S	1.18	—	2.29
<i>Mycena</i> sp. 2	21	0.23	1	0.58	2	0.93	0.21	0.04	T	S	0.45	—	0.82
<i>Mycena</i> sp. 3	10	0.11	2	1.16	2	0.93	0.49	0.10	L	S	0.58	—	1.09
<i>Mycena</i> sp. 4	3	0.03	1	0.58	1	0.47	0.09	0.02	L	S	0.27	—	0.52
<i>Mycena</i> sp. 5	2	0.02	1	0.58	1	0.47	0.01	0.003	L	S	0.27	—	0.51
<i>Mycena</i> sp. 6	13	0.14	1	0.58	1	0.47	0.04	0.01	L	S	0.3	—	0.55
<i>Naucoria</i> sp. 1	1	0.01	1	0.58	1	0.47	0.02	0.004	T	M	0.27	0.57	—
<i>Peziza badia</i>	29	0.31	4	2.33	5	2.33	11.76	2.44	T	S	1.85	—	3.33
<i>Peziza</i> sp. 1	12	0.13	1	0.58	1	0.47	0.32	0.07	T	S	0.31	—	0.57
<i>Phaeocollybia</i> sp. 1	6	0.07	3	1.74	3	1.4	1.42	0.29	T	M	0.87	1.99	—
<i>Phlogiotis</i> sp. 1	1	0.01	1	0.58	1	0.47	0.1	0.02	L	S	0.27	—	0.52
<i>Pholiota</i> sp. 1	9	0.1	1	0.58	1	0.47	0.87	0.18	T	S	0.33	—	0.61
<i>Pluteus</i> sp. 1	1	0.01	1	0.58	1	0.47	0.07	0.01	L*	S	0.27	—	0.52
<i>Polyporus</i> sp. 1	1	0.01	1	0.58	1	0.47	0.05	0.01	L	S	0.27	—	0.51
<i>Psathyrella</i> sp. 1	2	0.02	2	1.16	1	0.47	0.09	0.02	T	S	0.42	—	0.79
<i>Pseudocoprinus</i> sp. 1	2	0.02	1	0.58	1	0.47	0.07	0.01	H	S	0.27	—	0.52
<i>Ramaria</i> sp. 1	24	0.26	4	2.33	5	2.33	5.46	1.13	T,H,L*	S	1.51	—	2.79
<i>Ramaria</i> sp. 2	9	0.1	2	1.16	2	0.93	0.62	0.13	T	S	0.58	—	1.09
<i>Ramariopsis</i> sp. 1	17	0.18	1	0.58	1	0.47	0.11	0.02	T	S	0.31	—	0.57
<i>Rhodocybe</i> sp. 1	1	0.01	1	0.58	1	0.47	0.22	0.05	L	S	0.28	—	0.53
<i>Rhodocybe</i> sp. 2	1	0.01	1	0.58	1	0.47	0.02	0.004	T	S	0.27	—	0.51
<i>Russula</i> sp. 1	5	0.05	2	1.16	2	0.93	3.65	0.76	T	M	0.73	1.73	—
<i>Russula</i> sp. 2	4	0.04	1	0.58	1	0.47	3.56	0.74	T	M	0.46	1.14	—
<i>Suillus</i> sp. 1	23	0.25	1	0.58	4	1.86	26.49	5.5	T	M	2.05	5.53	—
<i>Thelephora</i> cf. <i>terrestris</i>	114	1.24	2	1.16	6	2.79	3.69	0.77	T	M	1.49	5.76	—
<i>Thelephora</i> cf. <i>palmata</i>	163	1.77	5	2.91	4	1.86	11.68	2.42	T	M	2.24	8.73	—
<i>Tremella fuciformis</i>	5	0.05	1	0.58	2	0.93	0.17	0.04	L	S	0.4	—	0.77
<i>Tremellodendron</i> sp. 1	4	0.04	1	0.58	1	0.47	0.07	0.01	T	M	0.28	0.53	—

APÉNDICE I. (Continúa)

ESPECIE	AA	AR	FEA	FER	FTA	FTR	BA	BR	SU	ASO	IVI% (T)	IVI% (M)	IVI% (S)
<i>Trichaptum abietinum</i>	7280	78.97	5	2.91	4	1.86	221.13	45.89	L	S	32.41	—	42.54
<i>Trichoglossum</i> sp. 1	20	0.22	1	0.58	1	0.47	0.83	0.17	T	S	0.36	—	0.64
<i>Tricholoma</i> sp. 1	3	0.03	1	0.58	1	0.47	0.31	0.06	T	M	0.29	0.67	—
<i>Tricholoma</i> sp. 2	1	0.01	1	0.58	1	0.47	0.2	0.04	T	M	0.27	0.6	—
<i>Tricholoma</i> sp. 3	46	0.5	1	0.58	2	0.93	3.22	0.67	T	M	0.67	2.53	—
<i>Xerocomus chrysenteron</i>	7	0.08	4	2.33	3	1.4	7.16	1.49	T,H	M	1.32	3.12	—

FRA= Frecuencia de registro absoluta

FRR= Frecuencia de registro relativa

AA= Abundancia absoluta de esporomas

AR= Abundancia relativa de esporomas

FEA= Frecuencia Espacial Absoluta de esporomas

FER= Frecuencia Espacial Relativa de esporomas

FTA= Frecuencia Temporal Absoluta de esporomas

FTR= Frecuencia Temporal Relativa de esporomas

BA= Biomasa Absoluta de esporomas (g)

BR= Biomasa Relativa de esporomas (%)

SU= Sustrato

L = Lignícola

L* = Lignícola madera muy degradada

T = Terrícola

H = Humícola

ASO= Asociación.

S = Saprobio

M = Micorrizógeno

IVI%(T)=Índice de Valor de Importancia Ecológica de toda la comunidad (98 especies)

IVI%(M)=Índice de Valor de Importancia Ecológica de la comunidad micorrizógena (41 especies)

IVI%(S)=Índice de Valor de Importancia Ecológica de la comunidad saprobia (57 especies)

APÉNDICE II.

Abundancia de esporomas y biomasa seca acumuladas por especie de los hongos registrados en el paraje “El Pantano” del Parque Nacional Desierto de los Leones, D.F., en las trece parcelas de muestreo. Nomenclatura basada en Kirk *et al.* (2008).

ESPECIE	ABUNDANCIA (BIOMASA (g))												
	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13
<i>Agrocybe cf. praecox</i>	—	—	—	—	3 (0.27)	1 (0.39)	—	—	—	—	—	—	—
<i>Agrocybe sp. 1</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 (0.34)
<i>Amanita gemmata</i>	—	5 (3.73)	—	—	—	—	—	1 (1.22)	—	—	—	—	—
<i>Armillaria sp. 1</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0.03)	—
<i>Auricularia polytricha</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24 (8.42)	6 (2.25)
<i>Bolbitius sp. 1</i>	2 (0.04)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Boletus pulverulentus</i>	2 (7.02)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Boletus sp. 1</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 (4.04)	—	—	—
<i>Camarophyllus sp. 1</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	72 (1.98)	—
<i>Clavaria sp. 1</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4 (0.03)	—	—	17 (0.07)
<i>Clavulina cf. cinnerea</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	38 (4.43)	—	—	—	—
<i>Clavulina cristata</i>	2 (0.12)	—	—	1 (0.11)	4 (0.03)	—	—	69 (4.72)	116 (7.80)	4 (0.33)	19 (1.3)	—	1 (0.05)

APÉNDICE II. (Continúa)

ESPECIE	ABUNDANCIA (BIOMASA (g))												
	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13
<i>Clavulina</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	11 (0.02)	—	—	—	—	—
<i>Clitocybe</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	2 (0.16)	—	—	—	—
<i>Conocybe</i> sp. 1	—	—	—	1 (0.01)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Conocybe</i> sp. 2	—	—	—	1 (0.03)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Coprinus atramentarius</i>	—	—	—	3 (0.18)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Coprinus lagopus</i>	1 (0.1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0.12)	—
<i>Coprinus</i> sp. 1	—	5 (0.26)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cortinarius</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	49 (10.19)
<i>Cortinarius</i> sp. 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4 (1.69)	—	43 (13.41)
<i>Cyptotrama</i> sp. 1	—	7 (0.2)	—	—	2 (0.11)	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Dacryopinax lowyi</i>	—	—	—	—	—	29 (0.11)	—	—	—	129 (0.47)	1 (0.05)	—	—
<i>Entoloma</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 (0.1)
<i>Galerina</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6 (0.28)	—	—	—
<i>Geastrum saccatum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4 (2.05)	—	—
<i>Gymnopilus</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6 (0.23)	—	—	—

APÉNDICE II. (Continúa)

ESPECIE	ABUNDANCIA (BIOMASA (g))												
	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13
<i>Gymnopilus</i> sp. 2	—	—	2 (0.03)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hebeloma</i> sp. 1	—	—	—	—	—	1 (0.27)	—	—	—	—	1 (0.24)	—	47 (6.29)
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>	—	—	—	3 (0.18)	—	—	—	—	—	—	—	5 (0.8)	—
<i>Hymenochaete</i> sp. 1	—	—	—	—	13 (8.05)	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hymenochaete</i> sp. 2	—	—	—	—	—	—	—	—	9 (4.77)	—	—	—	—
<i>Hypholoma</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	3 (0.3)	—	—	—	—	—	—
<i>Hypholoma</i> sp. 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4 (0.34)	—
<i>Inocybe geophylla</i>	13 (0.5)	—	82 (3.42)	—	—	1 (0.08)	13 (1)	4 (0.26)	—	—	13 (0.69)	—	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 1	2 (0.4)	—	—	—	—	—	1 (0.08)	1 (0.03)	—	1 (0.13)	4 (0.25)	1 (0.13)	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybe</i> sp. 2	—	—	—	—	1 (0.09)	—	3 (0.14)	—	2 (0.21)	—	—	—	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23 (0.94)	—	—	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inosperma</i> sect. <i>Rimosae</i> sp. 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12 (0.34)
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inosperma</i> sect. <i>Rimosae</i> sp. 5	—	—	—	—	—	2 (0.5)	—	—	—	12 (0.92)	9 (0.36)	—	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybe</i> sp. 6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0.11)	—	—	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 7	—	—	—	—	—	1 (0.05)	—	—	—	6 (0.72)	—	—	—

APÉNDICE II. (Continúa)

ESPECIE	ABUNDANCIA (BIOMASA (g))												
	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 (0.03)
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybe</i> sp. 9	—	—	—	1 (0.16)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 10	—	—	—	—	1 (0.01)	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybe</i> sp. 11	1 (0.2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 12	—	—	2 (0.07)	—	—	3 (0.1)	—	—	—	—	6 (0.14)	—	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybe</i> sp. 13	—	—	—	1 (0.3)	—	—	—	—	—	—	3 (0.05)	—	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 14	—	—	—	—	—	—	—	1 (0.1)	—	—	20 (6.65)	1 (0.07)	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inosperma</i> sect. <i>Rimosae</i> sp. 15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15 (3.63)	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 (0.21)	—	—	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inosperma</i> sect. <i>Rimosae</i> sp. 17	—	—	—	6 (1.33)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Laccaria</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 (0.13)	—	—
<i>Lactarius deliciosus</i>	—	—	—	—	1 (0.43)	4 (3.4)	5 (4.32)	1 (0.24)	—	36 (27.5)	—	—	—
<i>Lactarius</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6 (1.12)	—	—	—
<i>Lentinellus</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	138 (1.57)	—	—	—
<i>Lyophyllum</i> sp. 1	—	—	—	—	10 (0.75)	—	—	—	—	—	—	—	—

APÉNDICE II. (Continúa)

ESPECIE	ABUNDANCIA (BIOMASA (g))												
	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13
<i>Lyophyllum</i> sp. 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4 (3.13)
<i>Marasmiellus</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	3 (0.02)	—	—	—	—	—	—
<i>Marasmiellus</i> sp. 2	10 (0.05)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Marasmius</i> sp. 1	—	—	2 (0.002)	4 (0.001)	—	—	48 (0.05)	6 (0.01)	—	—	—	—	—
<i>Marasmius</i> sp. 2	7 (0.1)	—	—	2 (0.06)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Morchella</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14 (2.29)	—	—
<i>Morchella</i> cf. <i>angusticeps</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 (8.2)	—	—
<i>Mycena</i> sp. 1	—	1 (0.02)	—	—	1 (0.02)	—	2 (0.01)	—	1 (0.003)	—	—	—	—
<i>Mycena</i> sp. 2	—	—	—	—	—	21 (0.21)	—	—	—	—	—	—	—
<i>Mycena</i> sp. 3	—	—	—	—	—	—	5 (0.35)	5 (0.14)	—	—	—	—	—
<i>Mycena</i> sp. 4	—	—	—	—	3 (0.09)	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Mycena</i> sp. 5	—	—	—	—	—	—	—	—	2 (0.01)	—	—	—	—
<i>Mycena</i> sp. 6	—	—	—	—	—	—	13 (0.04)	—	—	—	—	—	—
<i>Naucoria</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0.02)	—	—
<i>Peziza badia</i>	—	—	6 (3.86)	—	—	19 (7.64)	—	1 (0.62)	—	—	3 (0.58)	—	—

APÉNDICE II. (Continúa)

ESPECIE	ABUNDANCIA (BIOMASA (g))												
	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13
<i>Peziza</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12 (0.32)	—	—
<i>Phaeocollybia</i> sp. 1	1 (0.2)	—	—	—	—	—	—	—	2 (0.65)	3 (0.57)	—	—	—
<i>Phlogiotis</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0.1)	—	—
<i>Pholiota</i> sp. 1	—	—	—	9 (0.87)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pluteus</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	1 (0.07)	—	—	—	—	—
<i>Polyporus</i> sp. 1	1 (0.05)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Psathyrella</i> sp. 1	—	—	—	—	—	1 (0.02)	—	—	—	—	—	1 (0.07)	—
<i>Pseudocoprinus</i> sp. 1	—	—	—	2 (0.06)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ramaria</i> sp. 1	—	—	—	—	2 (0.14)	—	—	1 (0.75)	—	—	—	8 (1.65)	13 (2.91)
<i>Ramaria</i> sp. 2	—	—	—	—	—	—	—	1 (0.03)	—	—	—	—	8 (0.58)
<i>Ramariopsis</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17 (0.11)	—	—
<i>Rhodocybe</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0.22)	—
<i>Rhodocybe</i> sp. 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0.02)
<i>Russula</i> sp. 1	—	—	1 (1.03)	—	—	4 (2.62)	—	—	—	—	—	—	—
<i>Russula</i> sp. 2	—	—	—	—	—	4 (3.56)	—	—	—	—	—	—	—

APÉNDICE II. (Continúa)

ESPECIE	ABUNDANCIA (BIOMASA (g))												
	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13
<i>Suillus</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23 (26.49)
<i>Thelephora</i> cf. <i>terrestris</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22 (1.03)	92 (2.66)
<i>Thelephora</i> cf. <i>palmata</i>	—	—	—	—	—	—	4 (0.19)	25 (3.62)	—	2 (0.18)	118 (6.01)	14 (1.68)	—
<i>Tremella</i> <i>fuciformis</i>	—	—	—	5 (0.17)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Tremellodendron</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	4 (0.07)	—	—	—	—
<i>Trichaptum</i> <i>abietinum</i>	—	—	—	317 (37.73)	—	—	—	—	13 (0.88)	12 (2.76)	—	6840 (150.89)	98 (28.87)
<i>Trichoglossum</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	20 (0.83)	—	—	—	—	—	—
<i>Tricholoma</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 (0.31)
<i>Tricholoma</i> sp. 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0.2)
<i>Tricholoma</i> sp. 3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	46 (3.22)	—	—
<i>Xerocomus</i> <i>chrysenteron</i>	—	—	3 (4.98)	1 (0.73)	—	—	2 (0.83)	1 (0.63)	—	—	—	—	—
S	11	4	7	15	11	13	13	15	10	18	21	15	19
ATP	42	18	98	357	41	91	122	129	189	394	301	7010	427
BTP	8.78	4.21	13.40	41.94	9.99	18.95	8.16	12.47	18.98	42.13	34.12	171.06	98.26

Altitudes de cada parcela (m.s.n.m):

p1= 3011; **p2**= 3018; **p3**= 3025; **p4**=3035; **p5**=3040; **p6**=3089; **p7**= 3191; **p8**= 3206; **p9**= 3216; **p10**= 3231; **p11**=3240; **p12**= 3255; **p13**= 3265

S = Riqueza acumulada por parcela

ATP= Abundancia de esporomas total por parcela

BTP= Biomasa en peso seco total por parcela

APÉNDICE III.

Abundancia de esporomas y biomasa seca acumuladas quincenalmente por especie de los hongos registrados en el paraje “El Pantano” del Parque Nacional Desierto de los Leones, D.F. Nomenclatura basada en Kirk *et al.* (2008). No hubo registros de ninguna especie de la quincena 8 a la quincena 17 por lo tanto dichas fechas no aparecen en la tabla.

ESPECIE	ABUNDANCIA (BIOMASA (g))															
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q18	q19	q20	q21	q22	q23	q24	q25	q26
<i>Agrocybe cf. praecox</i>	4 (0.66)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Agrocybe sp. 1</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 (0.34)	—	—	—
<i>Amanita gemmata</i>	1 (0.38)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 (2.94)	1 (1.22)	1 (0.41)	—
<i>Armillaria sp. 1</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0.03)	—	—	—	—	—
<i>Auricularia polytricha</i>	—	3 (1.53)	—	—	—	—	—	5 (2.24)	—	11 (5.14)	—	6 (0.84)	3 (0.75)	—	—	2 (0.16)
<i>Bolbitius sp. 1</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0.01)	—	1 (0.04)	—	—	—	—
<i>Boletus pulverulentus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 (7.02)	—	—	—
<i>Boletus sp. 1</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 (4.04)	—	—	—	—
<i>Camarophyllus sp. 1</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	51 (1.03)	11 (0.43)	10 (0.52)
<i>Clavaria sp. 1</i>	—	4 (0.03)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17 (0.07)	—
<i>Clavulina cf. cinnerea</i>	—	17 (2.38)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21 (2.04)

APÉNDICE III. (Continúa)

ESPECIE	ABUNDANCIA (BIOMASA (g))															
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q18	q19	q20	q21	q22	q23	q24	q25	q26
<i>Clavulina cristata</i>	143 (11.87)	63 (2.07)	—	4 (0.03)	—	—	1 (0.11)	—	—	—	—	—	—	—	1 (0.05)	4 (0.33)
<i>Clavulina</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11 (0.02)	—
<i>Clitocybe</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 (0.16)	—	—	—	—
<i>Conocybe</i> sp. 1	—	—	1 (0.01)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Conocybe</i> sp. 2	—	—	—	1 (0.03)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Coprinus atramentarius</i>	—	—	1 (0.05)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 (0.13)	—	—
<i>Coprinus lagopus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 (0.22)	—	—
<i>Coprinus</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5 (0.26)	—	—
<i>Cortinarius</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0.3)	12 (2.63)	14 (2.93)	7 (0.99)	5 (1.12)	—	5 (1.17)	5 (1.04)
<i>Cortinarius</i> sp. 2	—	—	—	—	—	—	—	—	2 (0.34)	39 (10.71)	2 (2.36)	4 (1.69)	—	—	—	—
<i>Cyptotrama</i> sp. 1	2 (0.11)	—	—	—	—	—	—	—	—	4 (0.11)	—	3 (0.09)	—	—	—	—
<i>Dacryopinax lowyi</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	95 (0.38)	—	—	64 (0.25)	—
<i>Entoloma</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0.03)	—	—	—	2 (0.07)	—	—
<i>Galerina</i> sp. 1	—	6 (0.28)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Geastrum saccatum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4 (2.05)	—

APÉNDICE III. (Continúa)

ESPECIE	ABUNDANCIA (BIOMASA (g))															
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q18	q19	q20	q21	q22	q23	q24	q25	q26
<i>Gymnopilus</i> sp. 1	—	1 (0.02)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5 (0.21)	—	—	—
<i>Gymnopilus</i> sp. 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 (0.03)	—	—	—	—	—	—
<i>Hebeloma</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	36 (3.73)	1 (0.27)	7 (2)	—	3 (0.45)	—	1 (0.24)	1 (0.11)
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 (0.18)	—	4 (0.71)	—	1 (0.09)	—
<i>Hymenochaete</i> sp. 1	—	13 (8.05)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hymenochaete</i> sp. 2	—	—	9 (4.77)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hypholoma</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 (0.3)	—	—
<i>Hypholoma</i> sp. 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4 (0.34)	—
<i>Inocybe geophylla</i>	43 (1.66)	39 (1.69)	1 (0.08)	5 (0.29)	3 (0.33)	—	—	—	—	—	—	—	6 (0.31)	—	—	29 (1.61)
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 1	—	3 (0.16)	1 (0.03)	—	2 (0.18)	1 (0.35)	—	—	—	—	—	—	2 (0.17)	—	—	1 (0.13)
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybe</i> sp. 2	—	—	—	1 (0.03)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 (0.30)	2 (0.1)
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 3	—	5 (0.32)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18 (0.62)
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inosperma</i> sect. <i>Rimosae</i> sp. 4	—	2 (0.09)	—	10 (0.25)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inosperma</i> sect. <i>Rimosae</i> sp. 5	—	11 (0.35)	4 (0.12)	6 (0.24)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 (0.5)
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybe</i> sp. 6	—	—	1 (0.11)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

APÉNDICE III. (Continúa)

ESPECIE	ABUNDANCIA (BIOMASA (g))															
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q18	q19	q20	q21	q22	q23	q24	q25	q26
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 7	—	—	—	7 (0.78)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 8	—	3 (0.03)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybe</i> sp. 9	—	—	—	—	—	—	1 (0.16)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 10	—	1 (0.01)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybe</i> sp. 11	1 (0.2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 12	—	2 (0.07)	1 (0.04)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8 (0.21)
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybe</i> sp. 13	—	—	—	1 (0.3)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 (0.05)
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 14	1 (0.1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7 (2.28)	4 (2.04)	—	—	4 (0.63)	6 (1.77)
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inosperma</i> sect. <i>Rimosae</i> sp. 15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6 (1.03)	9 (2.59)	—	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 (0.21)
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inosperma</i> sect. <i>Rimosae</i> sp. 17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6 (1.33)	—
<i>Laccaria</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0.07)	—	1 (0.05)	—	—
<i>Lactarius deliciosus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14 (10.57)	7 (12.01)	2 (1.91)	15 (6.61)	8 (4.54)	1 (0.24)
<i>Lactarius</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6 (1.12)	—	—
<i>Lentinellus</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	96 (0.94)	41 (0.54)	—	—	—	—	1 (0.09)

APÉNDICE III. (Continúa)

ESPECIE	ABUNDANCIA (BIOMASA (g))															
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q18	q19	q20	q21	q22	q23	q24	q25	q26
<i>Lyophyllum</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4 (0.4)	5 (0.31)	—	1 (0.04)	—
<i>Lyophyllum</i> sp. 2	—	—	—	—	—	—	—	4 (3.13)	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Marasmiellus</i> sp. 1	—	—	3 (0.02)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Marasmiellus</i> sp. 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10 (0.05)	—
<i>Marasmius</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	11 (0.01)	—	1 (0.003)	—	48 (0.05)	—	—	—	—
<i>Marasmius</i> sp. 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 (0.06)	7 (0.1)	—	—	—
<i>Morchella</i> sp. 1	—	1 (0.11)	1 (0.45)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11 (1.61)	—	—	1 (0.13)
<i>Morchella</i> cf. <i>angusticeps</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 (8.2)	—
<i>Mycena</i> sp. 1	1 (0.003)	—	—	1 (0.01)	—	—	—	—	—	1 (0.002)	1 (0.02)	1 (0.02)	—	—	—	—
<i>Mycena</i> sp. 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20 (0.2)	—	—	—	1 (0.01)
<i>Mycena</i> sp. 3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5 (0.14)	—	—	5 (0.35)	—
<i>Mycena</i> sp. 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 (0.09)	—	—	—
<i>Mycena</i> sp. 5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 (0.01)	—	—	—	—	—	—
<i>Mycena</i> sp. 6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13 (0.04)	—
<i>Naucoria</i> sp. 1	—	—	1 (0.02)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

APÉNDICE III. (Continúa)

ESPECIE	ABUNDANCIA (BIOMASA (g))															
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q18	q19	q20	q21	q22	q23	q24	q25	q26
<i>Peziza badia</i>	1 (0.12)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7 (3.95)	14 (6.45)	6 (1.81)	1 (0.05)
<i>Peziza</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12 (0.32)	—	—	—
<i>Phaeocollybia</i> sp. 1	—	3 (0.57)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0.36)	2 (0.49)	—
<i>Phlogiotis</i> sp. 1	1 (0.1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pholiota</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9 (0.87)	—	—	—	—	—	—
<i>Pluteus</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0.07)	—	—	—	—	—	—
<i>Polyporus</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0.05)	—	—	—	—	—	—	—
<i>Psathyrella</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 (0.09)	—	—	—	—	—
<i>Pseudocoprinus</i> sp. 1	—	—	—	2 (0.06)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ramaria</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14 (2.31)	5 (1.72)	1 (0.75)	2 (0.53)	2 (0.14)	—
<i>Ramaria</i> sp. 2	1 (0.03)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8 (0.58)	—	—
<i>Ramariopsis</i> sp. 1	—	17 (0.11)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Rhodocybe</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0.22)	—
<i>Rhodocybe</i> sp. 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0.02)	—
<i>Russula</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 (2.53)	2 (1.12)

APÉNDICE III. (Continúa)

ESPECIE	ABUNDANCIA (BIOMASA (g))															
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q18	q19	q20	q21	q22	q23	q24	q25	q26
<i>Russula</i> sp. 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4 (3.56)	—
<i>Suillus</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	3 (2.69)	8 (8.8)	10 (11.3)	2 (3.7)	—	—	—	—	—
<i>Thelephora</i> cf. <i>terrestris</i>	—	5 (0.11)	—	—	—	—	—	—	—	—	17 (0.31)	37 (1.21)	33 (0.97)	7 (0.36)	—	15 (0.73)
<i>Thelephora</i> cf. <i>palmata</i>	—	4 (0.19)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11 (2.74)	99 (2.3)	—	49 (6.44)	—
<i>Tremella</i> <i>fuciformis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 (0.12)	3 (0.05)	—
<i>Tremellodendron</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4 (0.07)	—
<i>Trichaptum</i> <i>abietinum</i>	—	110 (31.63)	241 (32.51)	—	—	—	—	689 (104.16)	—	—	—	—	—	—	6240 (52.82)	—
<i>Trichoglossum</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20 (0.83)
<i>Tricholoma</i> sp. 1	—	—	—	—	—	—	—	3 (0.31)	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Tricholoma</i> sp. 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (0.2)	—	—	—	—	—	—
<i>Tricholoma</i> sp. 3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	43 (3.02)	3 (0.2)	—	—	—	—	—
<i>Xerocomus</i> <i>chrysenteron</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4 (5.42)	1 (0.51)	—	—	2 (1.23)	—
S	11	21	12	10	2	1	2	6	5	17	15	21	21	18	31	23
ATQ	199	313	265	38	5	1	2	715	48	235	132	266	222	180	6441	157
BTQ	15.24	50.35	38.23	2.02	0.51	0.35	0.28	112.54	13.23	35.34	32.95	29.4	27.37	22.01	90	12.62

Fechas de recolección (día/mes/año):

q1 = 29/09/2012 y 06/10/2012; **q2** = 13/10/2012 y 20/10/2012; **q3** = 27/10/2012 y 03/11/2012; **q4** = 10/11/2012 y 17/11/2012; **q5** = 24/11/2012 y 01/12/2012; **q6** = 08/12/2012 y 15/12/2012; **q7** = 22/12/2012 y 29/12/2012; **q8** = 05/01/2013 y 12/01/2013; **q9** = 19/01/2013 y 26/01/2013; **q10** = 02/02/2013 y 09/02/2013; **q11** = 16/02/2013 y 23/02/2013; **q12** = 02/03/2013 y 09/03/2013; **q13** = 16/03/2013 y 23/03/2013; **q14** = 30/03/2013 y 06/04/2013; **q15** = 13/04/2013 y 20/04/2013; **q16** = 27/04/2013 y 04/05/2013; **q17** = 11/05/2013 y 18/05/2013; **q18** = 24/05/2013 y 01/06/2013; **q19** = 08/06/2013 y 15/06/2013; **q20** = 22/06/2013 y 03/07/2013; **q21** = 10/07/2013 y 20/07/2013; **q22** = 24/07/2013 y 03/08/2013; **q23** = 10/08/2013 y 17/08/2013; **q24** = 24/08/2013 y 31/08/2013; **q25** = 08/09/2013 y 14/09/2013; **q26** = 21/09/2013 y 28/09/2013

S = Riqueza acumulada por quincena

ATQ = Abundancia de esporomas total por quincena

BTQ = Biomasa en peso seco total por quincena

APÉNDICE IV

Valores de temperatura mensual promedio (°C) y precipitación mensual acumulada (mm) utilizados para las correlaciones con el número de registros y la biomasa de los mismos. Los datos de la precipitación son de la estación pluviométrica Desierto de los Leones (Del. Cuajimalpa, D.F.) y la temperatura de los registros del observatorio de Tacubaya (Del. Miguel Hidalgo, D.F.). Datos de septiembre de 2012 a septiembre de 2013.

Mes / año	Precipitación mensual acumulada (mm)	Temperatura mensual promedio (°C)
Septiembre / 2012	93.5	18.3
Octubre / 2012	23.4	17.8
Noviembre / 2012	6.9	15.2
Diciembre / 2012	0	15.5
Enero / 2013	3.3	13.7
Febrero / 2013	5.6	18.3
Marzo / 2013	8.3	16.8
Abril / 2013	37.9	20.8
Mayo / 2013	37.9	20.4
Junio / 2013	153.2	19.5
Julio / 2013	108.1	18.9
Agosto / 2013	134.4	18.6
Septiembre / 2013	332.4	18.3

APÉNDICE V.

Datos ambientales de los hongos registrados en el paraje “El Pantano” del Parque Nacional Desierto de los Leones, D.F. Nomenclatura basada en Kirk *et al.* (2008).

ESPECIE	SU	Radiación solar (W/m ²)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Contenido de agua (m ³ /m ³)	Ns
<i>Agrocybe cf. praecox</i>	H,T	17.62 - 69.4	12.1 - 15.84	73.53 - 82.75	0.05 - 0.22	2
<i>Agrocybe sp. 1</i>	T	27.33	10.46	85.43	0.21	1
<i>Amanita gemmata</i>	T	5.98 - 39.77	8.28 - 16.24	70.93 - 91.33	0.02 - 0.22	4
<i>Armillaria sp. 1</i>	H	147.88	16.66	82.60	0.24	1
<i>Auricularia polytricha</i>	L	—	—	—	—	—
<i>Bolbitius sp. 1</i>	L*	7.05	12.5 - 13.35	71.29 - 88.39	0.25 - 0.36	2
<i>Boletus pulverulentus</i>	T	23.50	14.95	68.97	0.18	1
<i>Boletus sp. 1</i>	T	—	12.50	88.39	0.36	1
<i>Camarophyllus sp. 1</i>	T	14.58 - 661.42	10.12 - 19.13	75.6 - 88.89	0.24 - 0.3	4
<i>Clavaria sp. 1</i>	T	2.29 - 9.65	10.31 - 11.73	85.42 - 88.17	0.28 - 0.37	2
<i>Clavulina cf. cinnerea</i>	L*	18.64 - 31.94	14.94 - 15.01	70.36 - 80.94	0.19 - 0.26	2
<i>Clavulina cristata</i>	L*,T	2.29 - 700.72	6.68 - 21.82	52.86 - 88.17	0.19 - 0.37	11
<i>Clavulina sp. 1</i>	T	15.57	12.44	87.48	0.25	1
<i>Clitocybe sp. 1</i>	T	63.13	16.31	77.09	0.23	1
<i>Conocybe sp. 1</i>	H	16.82	7.87	82.85	0.26	1
<i>Conocybe sp. 2</i>	H	12.86	9.84	70.90	0.19	1
<i>Coprinus atramentarius</i>	L*,H	16.82 - 41.88	7.87 - 12.56	82.85 - 93.58	0.26 - 0.33	2
<i>Coprinus lagopus</i>	L*,H	18.09 - 73.55	10.12 - 14.79	88.89 - 91.90	0.24 - 0.28	2
<i>Coprinus sp. 1</i>	H	73.55	14.79	91.90	0.24	1
<i>Cortinarius sp. 1</i>	T	4.68 - 446.06	10.46 - 20.36	67.96 - 86.83	0.11 - 0.30	12
<i>Cortinarius sp. 2</i>	T	14.78 - 142.56	11.8 - 16.73	76.89 - 85.06	0.11 - 0.26	6
<i>Cyptotrama sp. 1</i>	L	—	—	—	—	—

APÉNDICE V. (Continúa)

ESPECIE	SU	Radiación solar (W/m2)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Contenido de agua (m3/m3)	Ns
<i>Dacryopinax lowyi</i>	L	—	—	—	—	—
<i>Entoloma</i> sp. 1	T	3.57 - 34.57	12.94 - 19.35	67.96 - 82.81	0.19 - 0.22	2
<i>Galerina</i> sp. 1	L	—	—	—	—	—
<i>Geastrum saccatum</i>	T	1.64	9.98	92.36	0.35	1
<i>Gymnopilus</i> sp. 1	L	—	—	—	—	—
<i>Gymnopilus</i> sp. 2	L	—	—	—	—	—
<i>Hebeloma</i> sp. 1	T	3.13 - 189.36	10.3 - 17.6	59.2 - 91.1	0.12 - 0.27	11
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>	L,T	6.05	10.9 - 12.33	79.78 - 80.87	0.17 - 0.22	3
<i>Hymenochaete</i> sp. 1	L	—	—	—	—	—
<i>Hymenochaete</i> sp. 2	L	—	—	—	—	—
<i>Hypholoma</i> sp. 1	L	—	—	—	—	—
<i>Hypholoma</i> sp. 2	T	23.53	11.93	87.23	0.24	1
<i>Inocybe geophylla</i>	T	5.44 - 305.2	8.62 - 21.27	52.86 - 88.50	0.12 - 0.28	14
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 1	T	5.05 - 661.42	5.44 - 19.13	67.69 - 89.21	0.1 - 0.33	7
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybe</i> sp. 2	T	4.62 - 16.96	10.57 - 14.72	77.92 - 92.69	0.23 - 0.32	3
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 3	T	14.84 - 30	12.28 - 14.49	78.87 - 82.79	0.18 - 0.29	3
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inosperma</i> sect. <i>Rimosae</i> sp. 4	T	26.58	16.98	63.51	0.21	1
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inosperma</i> sect. <i>Rimosae</i> sp. 5	T	9.65 - 26.14	10.61 - 16.52	68.59 - 85.42	0.16 - 0.29	6
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybe</i> sp. 6	T	473.71	17.87	60.32	0.24	1
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 7	T	15.51 - 52.45	9.71 - 13.08	63.5 - 77.74	0.18 - 0.22	2
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 8	T	31.25	16.24	74.35	0.17	1
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybe</i> sp. 9	T	4.46	7.19	73.47	0.12	1
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 10	T	—	—	—	—	—
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybe</i> sp. 11	T	10.30	14.83	79.35	0.18	1
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 12	T	13.62 - 21.28	9.94 - 16.52	76.96 - 83.79	0.2 - 0.26	4
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybe</i> sp. 13	T	12.86 - 21.28	9.84 - 13.28	70.9 - 82.85	0.18 - 0.19	2
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 14	T	3.13 - 700.72	12.44 - 21.82	54.07 - 90.74	0.02 - 0.27	7
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inosperma</i> sect. <i>Rimosae</i> sp. 15	T	18.09	10.12 - 10.39	86.64 - 88.89	0.25 - 0.28	2

APÉNDICE V. (Continúa)

ESPECIE	SU	Radiación solar (W/m ²)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Contenido de agua (m ³ /m ³)	Ns
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inocybe</i> sect. <i>Inocybium</i> sp. 16	T	30	14.49	78.87	0.29	1
<i>Inocybe</i> subgen. <i>Inosperma</i> sect. <i>Rimosae</i> sp. 17	T	14.37	13.08	88.85	0.17	1
<i>Laccaria</i> sp. 1	T	14.78 - 21.87	11.8 - 14.65	77.77 - 85.06	0.2 - 0.22	2
<i>Lactarius deliciosus</i>	T	7.25 - 49.17	8.99 - 17.23	73.45 - 91.19	0.19 - 0.36	12
<i>Lactarius</i> sp. 1	T	14.58	11.39	90.20	0.23	1
<i>Lentinellus</i> sp. 1	L,T	30.00	14.49	78.87	0.29	1
<i>Lyophyllum</i> sp. 1	H,T	4.62 - 21.76	11.46 - 15.49	75.64 - 91.86	0.17 - 0.25	3
<i>Lyophyllum</i> sp. 2	T	88.35	24.89	41.35	0.13	1
<i>Marasmiellus</i> sp. 1	L	—	—	—	—	—
<i>Marasmiellus</i> sp. 2	L	—	—	—	—	—
<i>Marasmius</i> sp. 1	L*,H	21.65	10.36	92.25	0.19	1
<i>Marasmius</i> sp. 2	L*,H	—	—	—	—	—
<i>Morchella</i> sp. 1	T	13.64 - 29.74	10.49 - 17.46	66.36 - 85	0.19 - 0.33	4
<i>Morchella</i> cf. <i>angusticeps</i>	T	3.13	10.52	90.74	0.23	1
<i>Mycena</i> sp. 1	H	14.71 - 20.46	12.65 - 15.49	73.59 - 75.97	0.17 - 0.29	3
<i>Mycena</i> sp. 2	T	20.61	12.23 - 16.56	79.16 - 80.51	0.13 - 0.25	2
<i>Mycena</i> sp. 3	L	—	—	—	—	—
<i>Mycena</i> sp. 4	L	—	—	—	—	—
<i>Mycena</i> sp. 5	L	—	—	—	—	—
<i>Mycena</i> sp. 6	L	—	—	—	—	—
<i>Naucoria</i> sp. 1	T	11.73	10.61	83.09	0.13	1
<i>Peziza badia</i>	T	8.88 - 236.36	11.36 - 20.74	51.63 - 92.55	0.12 - 0.28	8
<i>Peziza</i> sp. 1	T	33.63	11.38	84.07	—	1
<i>Phaeocollybia</i> sp. 1	T	3.75 - 41.26	10.57 - 14.64	82.27 - 93.20	0.19 - 0.31	4
<i>Phlogiotis</i> sp. 1	L	—	—	—	—	—
<i>Pholiota</i> sp. 1	T	5.14	10.16	90.65	0.15	1
<i>Pluteus</i> sp. 1	L*	13.60	10.47	91.42	0.26	1
<i>Polyporus</i> sp. 1	L	—	—	—	—	—

APÉNDICE V. (Continúa)

ESPECIE	SU	Radiación solar (W/m ²)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Contenido de agua (m ³ /m ³)	Ns
<i>Psathyrella</i> sp. 1	T	15.86 - 41.54	11.52 - 18.35	66.73 - 86.62	—	2
<i>Pseudocoprinus</i> sp. 1	H	12.86	9.84	70.90	0.16	1
<i>Ramaria</i> sp. 1	T,H,L*	4.62 - 48.23	10.12 - 18.35	66.73 - 91.86	0.17 - 0.35	6
<i>Ramaria</i> sp. 2	T	3.57 - 73.53	12.94 - 21.27	52.86 - 82.81	0.23 - 0.25	2
<i>Ramariopsis</i> sp. 1	T	11.36	11.91	87.21	0.18	1
<i>Rhodocybe</i> sp. 1	L	—	—	—	—	—
<i>Rhodocybe</i> sp. 2	T	2.29	10.31	88.17	0.12	1
<i>Russula</i> sp. 1	T	0.97 - 20.61	11.59 - 16.52	79.16 - 91.93	0.22 - 0.32	3
<i>Russula</i> sp. 2	T	31.75	12.64	90.54	0.20	1
<i>Suillus</i> sp. 1	T	21.18 - 488.12	12.48 - 18.97	63.53 - 90.29	0.06 - 0.36	8
<i>Thelephora</i> cf. <i>terrestris</i>	T	4.08 - 100.74	10.46 - 17.64	63.51 - 86.43	0.2 - 0.37	12
<i>Thelephora</i> cf. <i>palmata</i>	T	1.64 - 39.6	9.98 - 13.3	78.68 - 92.36	0.15 - 0.26	8
<i>Tremella fuciformis</i>	L	—	—	—	—	—
<i>Tremellodendron</i> sp. 1	T	4.73	10.57	92.69	0.21	1
<i>Trichaptum abietinum</i>	L	—	—	—	—	—
<i>Trichoglossum</i> sp. 1	T	16.96	14.72	77.92	0.19	1
<i>Tricholoma</i> sp. 1	T	386.46	23.71	46.97	0.30	1
<i>Tricholoma</i> sp. 2	T	51.14	16.00	77.70	0.29	1
<i>Tricholoma</i> sp. 3	T	33.78 - 35.2	11.15 - 12.55	83.44 - 86.85	0.18 - 0.2	2
<i>Xerocomus chrysenteron</i>	T,H	0.97 - 277.04	8.95 - 18.31	66.7 - 91.93	0.12 - 0.35	6

SU=Sustrato

L= Lignícola

L*=Lignícola madera muy degradada

T= Terrícola

H= Humícola

Ns = Número de registros con los sensores