



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS
CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

CAMPUS SAN LUIS POTOSÍ

POSTGRADO EN
INNOVACIÓN EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

MACROMICETOS: DIVERSIDAD, FUNCIÓN Y USO POTENCIAL EN EL VALLE DE POANAS, DURANGO

LUIS CARLOS GARCÍA SALDAÑA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

Salinas de Hgo, San Luis Potosí, México
Diciembre de 2018



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el (la) que suscribe Luis Carlos García Saldarña, alumno(a) de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta Institución, bajo la dirección del (la) Profesor(a) Dr. Ismael Hernández Ríos, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis Macromisetos: Diversidad, Función y uso potencial en el Valle de Poanas, Durango y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del Colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El (la) Consejero (a) o Director (a) de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, a 8 de enero de 2019.

Firma

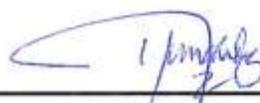
Vo. Bo. Profesor(a) Consejero(a) o Director(a) de Tesis

La presente tesis, titulada: **Macromicetos: diversidad, función y uso potencial en el Valle de Poanas, Durango**, realizada por el alumno **Luis Carlos García Saldaña**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada y aceptada por el mismo como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
INNOVACIÓN EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**

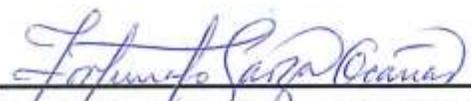
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



DR. ISMAEL HERNÁNDEZ RÍOS

CODIRECTOR DE TESIS:



DR. FORTUNATO GARZA OCAÑAS

ASESORA:



DRA. MARGARITA TORRES AQUINO

ASESORA:



DRA. MERCEDES SOBAL CRUZ

SALINAS DE HGO., SAN LUIS POTOSÍ
DICIEMBRE DE 2018

MACROMICETOS: DIVERSIDAD, FUNCIÓN Y USO POTENCIAL EN EL VALLE DE POANAS, DURANGO

Luis Carlos García Saldaña, MC.
Colegio de Postgraduados, 2018

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue identificar las especies de macromicetos existentes en el bosque del Valle de Poanas, Durango, por lo que se realizaron colectas de campo, analizando la diversidad y correlacionando variables ambientales. En los meses de julio a octubre de 2017 se establecieron aleatoriamente 15 parcelas de 300 m² cada una, distribuidas en la zona de bosque templado en las comunidades de Cieneguilla, San Atenógenes y Veracruz del municipio de Poanas, Durango. Se pesaron los esporomas recolectados, en las parcelas se registró la temperatura, humedad, pH, luminosidad y altitud, a los árboles se les midió la altura, cobertura de la copa y diámetro del tallo a la altura del pecho de una persona para relacionarlo con la producción de los hongos. De acuerdo con el análisis taxonómico, se determinaron 85 especies en 64 géneros y 37 familias, que se categorizan como: saprobios (60%), micorrízicos (21%), parásitos (14%) y patógenos (5%). En cuanto a la posibilidad de ser utilizados para consumo humano, la literatura indica que 58% no son comestibles, 21% son tóxicos, 18% son comestibles y 4% son medicinales. En relación a la producción de la zona de estudio se registró 8.08 kg de hongos frescos, que al deshidratarlos se obtuvieron 2.85 kg de peso seco en toda el área de recolecta. Las especies botánicas principales con las que coexisten los macromicetos de esta región son el pino (*Pinus* spp.) con 43% de presencia, huizache (*Acacia* sp.) con 24%, el palo blanco con 13% y por último el encino (*Quercus* spp.) con 11%. Los índices de diversidad de los sitios fueron superiores a 5.0, lo cual indica alta biodiversidad. Los índices de similitud fueron de 11% o menos, lo que denota la gran variación en un área pequeña. Se realizó un análisis multivariado en los tres sitios, determinando 4 grupos; las especies de mayor similitud fueron *Trametes versicolor* e *Inocybe* sp.2, mientras que las de menor similitud fueron *Junghuhnia* sp. e *Irpex lacteus*. De acuerdo a un análisis de correlación canónica, destaca la especie *Lentinus arcularius* relacionada con la temperatura, altitud y luminosidad, y las no relacionadas fueron *Irpex lacteus* y *Junghuhnia* sp. La mayoría de las especies encontradas en los tres sitios se relacionaron con el pH, temperatura y altitud. Con técnicas de biología molecular se confirmó la especie de algunos hongos que ya contaban con una descripción morfológicamente acertada, aunque algunas identificaciones fueron diferentes.

Palabras clave: Biodiversidad, Durango, hongos, índices, taxonomía.

MACROMYCETES: DIVERSITY, FUNCTION AND POTENTIAL USE IN THE VALLE DE POANAS, DURANGO

Luis Carlos García Saldaña, MSc.
Colegio de Postgraduados, 2018

ABSTRACT

The objective of this investigation was to identify the species of macromycetes from the forests of the Poanas Valley, Durango, for which field collections were carried out, analyzing the diversity and correlating environmental variables. In the months of July to October 2017, 15 plots of 300 m² each were randomly established, distributed in the temperate forest zone in the communities of Cieneguilla, San Atenógenes, and Veracruz of the municipality of Poanas, Durango. Sporocarps were collected, and recorded their weight. In these plots, other variables were measured: temperature, humidity, pH, luminosity and altitude. Tree variables measured were: height, canopy shading and stem diameter at breast height to relate to the production of fungi. According to the taxonomic analysis, 85 fungal species were determined within 64 genera and 37 families; their growth habit were as follows: saprobes (60%), mycorrhizal (21%), parasites (14%), and pathogens (5%). Regarding the possibility of being used as human food, the literature indicates that 58% are not edible, 21% are toxic, 18% are edible, and 4% are medicinal. As for the production of the forest, in the totality of the collection a fresh weight of 8.08 kg was obtained, which was reduced to 2.85 kg dry weight after being dehydrated. The main botanical species with which the macromycetes of this region coexist are pine (*Pinus* spp.) with 43% presence, huizache (*Acacia* sp.) with 24%, white wood with 13%, and finally oak (*Quercus* spp.) with 11% presence. The indexes of diversity of the sites were higher than 5.0, indicating a high biodiversity. The similarity indexes were 11% or less, which denotes the great variation found in a small area. A multivariate analysis was carried out in the three sites, which determined that there are 4 groups; the most similar species were *Trametes versicolor* and *Inocybe* sp.2, while those with the least similarity were *Junghuhnia* sp. and *Irpex lacteus*. According to an analysis of canonical correlation, the species *Lentinus arcularius* stands out, which is related to the variables temperature, altitude and luminosity; on the other hand, the species that are not related to any variables are *Irpex lacteus* and *Junghuhnia* sp., In general terms, most of the species found in the three sites tend to be related to the variables pH, temperature, and altitude. Through molecular analysis, it was proved that several of the species were correctly identified using classic morphological taxonomy, and only a few ones were not.

Keywords: Biodiversity, Durango, macromycetes, indexes, taxonomy.

DEDICATORIA

A mis padres Irma Saldaña Torres y Luis Oracio García Goytia, que son fuente incansable de apoyo, que con sus consejos y palabras de aliento supieron levantarme y reanimarme para seguir adelante en los momentos de tensión para darle culminación a la maestría con este trabajo de investigación.

A mi hermanita Daniela García Saldaña, por su apoyo, palabras y compañía en este viaje que es la vida.

A mi abuelo Álvaro García Salazar, por sus palabras y consejos; sobre todo por sus pláticas tan divertidas que me dejan un buen sabor de boca y me inspiran para seguir adelante para mi formación, sin olvidar que gracias a él conocí los senderos para moverme en parte de la Sierra donde se localiza parte del área de estudio de este trabajo de investigación, donde como dos vaqueros recorrimos veredas en busca de vacas y pasamos horas enteras conversando.

A mi abuelita María del Carmen Goytia López, que donde quiera que esté la recuerdo con cariño y que gracias a esos momentos tan bonitos que pasamos me lleno de ganas para seguir adelante y echarle ganas a todos mis proyectos.

A mi primo Alejandro Ervey García Barrón y compañeros Ariel y Juan Daniel Segovia Martínez, por coincidir en esta vida, su compañía, por sus pláticas y convivencia; espero que donde quiera que estén la pasen de maravilla y decirles que aquí en la Tierra se les recuerda con aprecio.

“Jamás desesperes, aun estando en las más sombrías aflicciones, pues de las nubes negras cae agua limpia y fecundante”...(Proverbio Chino)

AGRADECIMIENTOS

A CONACYT, por apoyarme con una beca y así poder realizar mis estudios de maestría satisfactoriamente.

Al Campus San Luis Potosí del Colegio de Postgraduados, por ser otra de mis escuelas para desarrollarme profesionalmente y brindarme las facilidades para cursar mi postgrado.

Al Campus Puebla del Colegio de Postgraduados, por brindarme la oportunidad para llevar a cabo una fase de mi investigación.

A la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, por abrirme sus puertas para desarrollar parte de mi trabajo de investigación.

Al Dr. Víctor Manuel Ruíz Vera, quien siendo director del Campus San Luis Potosí del Colegio de Postgraduados brindó las facilidades para llevar a cabo las diferentes actividades ligadas a mi maestría.

Al Dr. Ismael Hernández Ríos, por su compañía y apoyo en todos los aspectos en esta travesía que contribuye a mi formación académica.

A la Dra. Margarita Torres Aquino, por su apoyo constante y por sus regaños que contribuyeron para la culminación de mi tesis.

Al Dr. Fortunato Garza Ocañas, por compartir su conocimiento, sus consejos y sus buenas pláticas, que me inspiraron para seguir adelante.

A la Dra. Mercedes Sobal Cruz, por su tenacidad, su apoyo y animación para echarle ganas y seguir trabajando.

Al Dr. Porfirio Morales Almora, por sus enseñanzas y apoyo en la fase de laboratorio.

A mi amiga y M.C. Myrna Bonilla, quien me apoyó en la fase de laboratorio y me compartió sus conocimientos.

A mi amiga Bety, quien me apoyara en todo momento y en todos los aspectos y con quien pasé muy bonitos momentos.

A mis amigos Juan, Oscar, César, Oziel, que me apoyaron en el trabajo de campo y que me compartieron sus palabras de aliento para continuar.

A mi familia adoptiva quienes son Don Pedro, Doña Eva y sus hijos Pedro y Diego, quienes me abrieron las puertas de su casa y me hicieron sentir parte de su familia, me brindaron consejos, me escucharon, me dieron palabras de aliento, me compartieron unos frijolitos y en pocas palabras quienes me impulsaron y me ayudaron a sacar fuerzas para no rendirme.

A la Dra. Brenda I. Trejo Téllez, por prestarme un poquito de su tiempo para conversar y tener pláticas interesantes y por sus consejos.

A mi amiga la señora Norma Angélica Morales Palacios, por las bonitas pláticas y por dedicarme un poco de su tiempo para escuchar mis penas y a la vez darme consejo y ánimos para seguir adelante.

A mis amigas Neguibi y Jessi, con las cuales compartí muy bonitos ratos de recreo que me ayudaron a retomar fuerzas.

A mis amigos Alfredo, Víctor, Helios y Patricio, quienes me brindaron su apoyo, compartieron experiencias y gratos momentos.

A mi amigo Javier Rafael Valdez, por su apoyo en la elaboración de los mapas para la descripción del área de estudio.

A mi amigo Daniel y mis amigas Juani, Ceci y Esmeralda, por sus pláticas y apoyo durante mi estancia de investigación en la FCF de la UANL.

A mis amigos y compañeros Elsy y Alberto, por sus pláticas, consejos y apoyo que nunca olvidaré.

A los profesores, compañeros, administrativos, y personal de mantenimiento del Campus San Luis Potosí del Colegio de Postgraduados, por su amistad y apoyo durante el período de mis estudios de maestría.

Un hilo rojo invisible conecta a aquellos que están destinados a encontrarse, a pesar del tiempo, del lugar, a pesar de las circunstancias... El hilo puede tensarse o enredarse, pero nunca podrá romperse...(Proverbio Chino)

CONTENIDO

RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
LISTA DE CUADROS	xii
LISTA DE FIGURAS	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPÓTESIS	2
III. OBJETIVO GENERAL	2
3.1. Objetivos específicos	2
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	3
4.1. Clasificación taxonómica de los hongos	3
4.1.1. Microsporidia	4
4.1.2. Blastocladiomycota	4
4.1.3. Neocallimastigomycota	4
4.1.4. Chytridiomycota	5
4.1.5. Glomeromycota.....	5
4.1.6. Zygomycota	5
4.1.7. Ascomycota	5
4.1.8. Basidiomycota.....	5
4.2. Formas de identificar los hongos	6
4.2.1. Identificación morfológica	6
4.2.2. Identificación molecular	8
4.3. Características y función ecológica de los hongos	8
4.3.1. Morfología.....	8
4.3.2. Ciclo de vida	9
4.3.3. Fisiología y biología	11
4.4. Usos y propiedades de los hongos	12
4.4.1. Uso de los hongos en Durango	13
4.5. Situación y uso potencial de los hongos	14
V. MATERIALES Y MÉTODOS	16

5.1. Diagrama general de la investigación	16
5.2. Localización y descripción del área de estudio	17
5.2.1. Geología	17
5.2.2. Edafología.....	18
5.2.3. Vegetación	19
5.2.4. Hidrografía y relieve.....	21
5.2.5. Clima.....	22
5.3. Recolecta de hongos	25
5.4. Registro de datos de vegetación	29
5.5. Identificación de las especies mediante biología molecular.....	30
5.5.1. Por el método de tarjetas FTA	30
5.5.2. Aislamiento y cultivo de cepas de macromicetos.....	31
5.5.3. Extracción de ADN genómico para hongos filamentosos	32
VI. RESULTADOS	35
6.1. Taxonomía	35
6.1.1. Análisis taxonómico	35
6.1.2. Especies y características en los sitios.....	57
6.2. Vegetación y producción de hongos en el bosque.....	79
6.2.1. Producción en los tres sitios	79
6.2.2. Vegetación y producción por parcela.....	80
6.3. Diversidad.....	117
6.3.1. Índice de diversidad	117
6.3.2. Índice de similitud	117
6.4. Análisis multivariado MVSP	118
6.4.1. Cieneguilla	118
6.4.2. San Atenógenes	118
6.4.3. Veracruz	119
6.4.4. Análisis de los tres sitios.....	120
6.5. Análisis de correlación canónica	120
6.5.1. Cieneguilla	120
6.5.2. San Atenógenes	121
6.5.3. Veracruz	122

6.5.4. Análisis de los tres sitios	123
6.6. Análisis molecular de las especies	124
VII. DISCUSIÓN	126
VIII. CONCLUSIONES	129
IX. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	130
X. LITERATURA CITADA.....	131
XI. ANEXO 1	136

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Herbarios a nivel nacional donde podemos encontrar material micológico.	8
Cuadro 2. Grupos de hongos reportados y número de especies de cada uno de éstos (Díaz <i>et. al</i> , 2005).	14
Cuadro 3. Taxonomía, hábito y comestibilidad de las especies encontradas en la zona de estudio.	35
Cuadro 4. Presencia de las especies por sitio.	57
Cuadro 5. Número de individuos por especie en los diferentes sitios.	60
Cuadro 6. Presencia de las especies y hábito en el sitio 1.	62
Cuadro 7. Presencia de las especies y hábito en el sitio 2.	65
Cuadro 8. Presencia de las especies y hábito en el sitio 3.	67
Cuadro 9. Presencia de las especies y comestibilidad en el sitio 1.	70
Cuadro 10. Presencia de las especies y comestibilidad en el sitio 2.	74
Cuadro 11. Presencia de las especies y comestibilidad en el sitio 3.	76
Cuadro 12. Índices de diversidad de las comunidades de Poanas, Dgo.	117
Cuadro 13. Índices de similitud de las comunidades de Poanas, Dgo.	117
Cuadro 14. Especies identificadas mediante biología molecular.	125

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación del reino fungi (Tomado de Petersen y Læssøe, 2018).....	3
Figura 2. Consideraciones para identificar un hongo.	6
Figura 3. Formas de hongos ectomicorrícicos (Tomado de Brundrett, 2008).....	9
Figura 4. Ciclo de vida de un basidiomiceto que forma setas (Tomado de Campbell y Reece, 2007).....	10
Figura 5. Asociación ectomicorrícica (Tomado y modificado de Brundrett, 2008).	11
Figura 6. Ubicación geográfica del municipio de Poanas, Durango.	17
Figura 7. Mapa geológico de Poanas, Durango.	18
Figura 8. Tipos de suelo en el área de estudio.....	19
Figura 9. Vegetación del municipio de Poanas, Durango.....	21
Figura 10. Mapa de hidrografía y relieve de la zona estudiada.	22
Figura 11. Climatología de la zona de estudio.....	23
Figura 12. Precipitación media normal de estaciones climatológicas de Poanas, Durango.....	24
Figura 13. Temperaturas de la estación climatológica Hacienda Ganadera el Ojo. .	24
Figura 14. Temperaturas de la estación climatológica Narciso Mendoza.....	25
Figura 15. Ubicación de los sitios donde se distribuyeron las parcelas.	26
Figura 16. Recolecta de hongos. a) Colocación de estacas para delimitación de parcela, b) Medición de la humedad y el pH del suelo, c) Uso del espejo para observar la parta fértil del hongo, d) Pesado en fresco de las recolectas y e) Prueba de coloración con los reactivos KOH y NH ₄ OH y f) Transporte de los hongos en hielera para evitar cambios de temperatura y favorecer su conservación.....	27
Figura 17. Parcelas en las diferentes comunidades. a) Cieneguilla, b) Veracruz, c) San Atenógenes.....	28
Figura 18. Bastidores sobre los cuales se colocaron las recolectas.....	29
Figura 19. Tarjeta FTA para la conservación de ADN de los hongos de interés.	30
Figura 20. Extracción de ADN obtenido a través de tarjetas FTA.	31
Figura 21. Cultivo de cepas para análisis taxonómico por biología molecular. a) Colecta en campo, b) Siembra de los hongos en cajas Petri c) Siembra de los hongos en medio de cultivo líquido (EMB), d) Cosecha del micelio maduro en cultivo líquido, e) Tubos Eppendorf con micelio en nitrógeno líquido y f) Liofilizado de muestras.....	32
Figura 22. Extracción de ADN genómico fúngico y evaluación. a) Extracción de muestra de ADN impregnado en tarjeta FTA, b) Trituración de muestra liofilizada o de tarjeta FTA, c) Centrifugado de muestras, d) Calentamiento, e) Lavado en columnas, f) Replicación del ADN en termociclador, g) Preparación para electroforesis y h) Bandas generadas por la electroforesis.....	34
Figura 23. Número de especies de hongos por familia.	39
Figura 24. Número de especies de hongos por género.....	40
Figura 25. Proporción de las especies fúngicas en relación a su hábito.	41
Figura 26. Proporción de las especies fúngicas en relación a su comestibilidad.	42

Figura 27. a) <i>Agaricus campestris</i> , b) <i>Agaricus</i> sp.1, c) <i>Agaricus</i> sp.2, d) <i>Agaricus</i> sp.3, e) <i>Agaricus xanthodermus</i> y f) <i>Amanita calyptroderma</i> .	43
Figura 28. a) <i>Amanita flavoconia</i> , b) <i>Amanita vaginata</i> , c) <i>Annulohyphoxylon thouarsianum</i> , d) <i>Astraeus hygrometricus</i> , e) <i>Auricularia mesenterica</i> y f) <i>Auricularia nigricans</i> .	44
Figura 29. a) <i>Baeospora</i> sp., b) <i>Biscogniauxia atropunctata</i> , c) <i>Boletinellus merulioides</i> , d) <i>Boletus</i> sp., e) <i>Botryobasidium</i> sp., f) <i>Bovista</i> sp.1.	45
Figura 30. a) <i>Bovista</i> sp.2, b) <i>Butyriboletus frostii</i> , c) <i>Byssomerulius incarnatus</i> , d) <i>Chlorophyllum</i> sp., e) <i>Conocybe apala</i> y f) <i>Coprinellus micaceus</i> .	46
Figura 31. a) <i>Coprinus comatus</i> , b) <i>Coprinus</i> sp., c) <i>Cyathus stercoreus</i> , d) <i>Deconica coprophila</i> , e) <i>Disciseda candida</i> , f) <i>Entoloma</i> sp.	47
Figura 32. a) <i>Flammulina velutipes</i> , b) <i>Fomitopsis</i> sp., c) <i>Fuligo cinerea</i> , d) <i>Fuligo septica</i> , e) <i>Fulvifomes</i> sp., f) <i>Ganoderma curtisii</i> .	48
Figura 33. a) <i>Ganoderma resinaceum</i> , b) <i>Gautieria</i> sp., c) <i>Geastrum minimum</i> ,	49
Figura 34. a) <i>Gymnopus dryophilus</i> , b) <i>Heliocybe sulcata</i> , c) <i>Hydnochaete</i> sp., d) <i>Inocutis jamaicensis</i> , e) <i>Inocybe</i> sp.1, f) <i>Inocybe</i> sp.2.	50
Figura 35. a) <i>Inonotus glomeratus</i> , b) <i>Inonotus</i> sp., c) <i>Irpex lacteus</i> , d) <i>Junghuhnia</i> sp., e) <i>Laccaria laccata</i> , f) <i>Lactarius rufus</i> .	51
Figura 36. a) <i>Lentinus arcularius</i> , b) <i>Lepiota</i> sp., c) <i>Lycoperdon perlatum</i> ,	52
Figura 37. a) <i>Neofavolus alveolaris</i> , b) <i>Omphalotus subilludens</i> , c) <i>Panaeolus antillarum</i> , d) <i>Panaeolus papilionaceus</i> , e) <i>Peniophora</i> sp., f) <i>Peniophora albobadia</i> .	53
Figura 38. a) <i>Phellinus rimosus</i> , b) <i>Phlebia</i> sp., c) <i>Pisolithus arhizus</i> , d) <i>Pleurotus dryinus</i> , e) <i>Pluteus</i> sp., f) <i>Protostropharia semiglobata</i> .	54
Figura 39. a) <i>Resupinatus alboniger</i> , b) <i>Rhizopogon</i> sp., c) <i>Russula cyanoxantha</i> ,	55
Figura 40. a) <i>Stereum hirsutum</i> , b) <i>Stereum ostrea</i> , c) <i>Stereum</i> sp., d) <i>Trametes versicolor</i> , e) <i>Trametes villosa</i> , f) <i>Tropicoporus linteus</i> .	56
Figura 41. Xylaria polymorpha.	57
Figura 42. Producción de los hongos por sitio.	80
Figura 43. Características del arbolado en la parcela 1 de Cieneguilla.	81
Figura 44. Especies de hongos presentes en la parcela 1 de Cieneguilla.	82
Figura 45. Producción de hongos en la parcela 1 de Cieneguilla.	82
Figura 46. Características del arbolado en la parcela 2 de Cieneguilla.	83
Figura 47. Especies de hongos presentes en la parcela 2 de Cieneguilla.	84
Figura 48. Producción de hongos en la parcela 2 de Cieneguilla.	85
Figura 49. Características del arbolado en la parcela 3 de Cieneguilla.	86
Figura 50. Especies de hongos presentes en la parcela 3 de Cieneguilla.	86
Figura 51. Producción de hongos en la parcela 3 de Cieneguilla.	87
Figura 52. Características del arbolado en la parcela 4 de Cieneguilla.	88
Figura 53. Especies de hongos presentes en la parcela 4 de Cieneguilla.	88
Figura 54. Producción de hongos en la parcela 4 de Cieneguilla.	89
Figura 55. Características del arbolado en la parcela 5 de Cieneguilla.	90
Figura 56. Especies de hongos presentes en la parcela 5 de Cieneguilla.	90

Figura 57. Producción de hongos en la parcela 5 de Cieneguilla.....	91
Figura 58. Características del arbolado en la parcela 1 de San Atenógenes.	92
Figura 59. Especies de hongos presentes en la parcela 1 de San Atenógenes.....	94
Figura 60. Producción de hongos en la parcela 1 de San Atenógenes.	94
Figura 61. Características del arbolado en la parcela 2 de San Atenógenes.	95
Figura 62. Especies de hongos presentes en la parcela 2 de San Atenógenes.....	97
Figura 63. Producción de hongos en la parcela 2 de San Atenógenes.	98
Figura 64. Características del arbolado en la parcela 3 de San Atenógenes.	99
Figura 65. Especies de hongos presentes en la parcela 3 de San Atenógenes.....	100
Figura 66. Producción de hongos en la parcela 3 de San Atenógenes.	101
Figura 67. Características del arbolado en la parcela 4 de San Atenógenes.	102
Figura 68. Especies de hongos presentes en la parcela 4 de San Atenógenes.....	103
Figura 69. Producción de hongos en la parcela 4 de San Atenógenes.	103
Figura 70. Características del arbolado en la parcela 5 de San Atenógenes.	104
Figura 71. Especies de hongos presentes en la parcela 5 de San Atenógenes.....	105
Figura 72. Producción de hongos en la parcela 5 de San Atenógenes.	106
Figura 73. Características del arbolado en la parcela 1 de Veracruz.	107
Figura 74. Especies de hongos presentes en la parcela 1 de Veracruz.	108
Figura 75. Producción de hongos en la parcela 1 de Veracruz.	108
Figura 76. Características del arbolado en la parcela 2 de Veracruz.	109
Figura 77. Especies de hongos presentes en la parcela 2 de Veracruz.....	110
Figura 78. Producción de hongos en la parcela 2 de Veracruz.	110
Figura 79. Características del arbolado en la parcela 3 de Veracruz.	111
Figura 80. Especies de hongos presentes en la parcela 3 de Veracruz.....	112
Figura 81. Producción de hongos en la parcela 3 de Veracruz.	112
Figura 82. Características del arbolado en la parcela 4 de Veracruz.	113
Figura 83. Especies de hongos presentes en la parcela 4 de Veracruz.....	114
Figura 84. Producción de hongos en la parcela 4 de Veracruz.	114
Figura 85. Características del arbolado en la parcela 5 de Veracruz.	115
Figura 86. Especies de hongos presentes en la parcela 5 de Veracruz.....	116
Figura 87. Producción de hongos en la parcela 5 de Veracruz.	116
Figura 88. Análisis multivariado de Cieneguilla.	118
Figura 89. Análisis multivariado de San Atenógenes.	119
Figura 90. Análisis multivariado de Veracruz.....	119
Figura 91. Análisis multivariado de los tres sitios.	120
Figura 92. Análisis de correlación canónica en la comunidad de Cieneguilla.	121
Figura 93. Análisis de correlación canónica en la comunidad de San Atenógenes.	122
Figura 94. Análisis de correlación canónica en la comunidad de Veracruz.	123
Figura 95. Análisis de correlación canónica en los tres sitios.....	124

I. INTRODUCCIÓN

Se menciona que en el mundo existen de 1.5 a 3 millones de especies de hongos (Hawksworth, 2012). En México existen aproximadamente 200, 000 especies, y de éstas solo se conocen 7, 000 (Guzmán, 1998); a nivel nacional, el estado de Durango ocupa el séptimo lugar en diversidad fúngica (Aguirre-Acosta *et al.*, 2014). Por otro lado, los hongos silvestres son el recurso biológico y genético más importante para diferentes sectores (social, industrial y económico), ya que son organismos adaptados a diversas condiciones ambientales y proporcionan la variación genética necesaria para potencializar características deseables (Salmones y Mata, 2013). En la actualidad el reino de los hongos cobra relevancia, con gran parte de la investigación en este campo enfocada al registro de nuevas especies.

Con lo mencionado anteriormente es indiscutible que es importante conocer la diversidad de macromicetos en el mundo, haciendo un acercamiento al país, a los estados, los municipios y comunidades, porque estas últimas son el punto de origen para el buen aprovechamiento de los recursos naturales; esto es lo que se realizó en el Valle de Poanas, Durango, debido a que el conocimiento de los recursos naturales de una región es fundamental para una buena planeación y toma de decisiones de su uso, y los macromicetos no son la excepción, puesto que existen en ecosistemas del norte de México, que son donde muchas veces se desconoce su uso y la posible oportunidad para el establecimiento de nuevas actividades productivas, las cuales brindarían la oportunidad para mitigar las actividades económicas arraigadas que no conducen a un desarrollo sostenible.

II. HIPÓTESIS

En el bosque templado del Valle de Poanas existe una gran diversidad de macromicetos, que cumplen una función en el ecosistema y pueden tener un uso potencial.

III. OBJETIVO GENERAL

Identificar las especies de macromicetos presentes en el bosque templado en el Valle de Poanas, Dgo., para determinar su función y uso potencial.

3.1. Objetivos específicos

1. Identificar taxonómicamente las especies de macromicetos recolectados.
2. Determinar la función que cumplen los hongos en el ecosistema.
3. Detectar el uso potencial de los macromicetos encontrados.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Clasificación taxonómica de los hongos

La taxonomía de los hongos constantemente sufre modificaciones debido a los estudios cada vez más frecuentes. Esto sucede en gran medida porque su identificación morfológica ya no es suficiente para darle sustento a este tipo de trabajos científicos; ahora se utilizan métodos moleculares para una identificación más exacta de los organismos (Ugalde, 2013).

En este trabajo de investigación se utilizó la clasificación del reino fungi de Petersen y Læssøe (2018), quienes indican que existen ocho phylum (Figura1): Microsporidia, Blastocladiomycota, Neocallimastigomycota, Chytridiomycota, Glomeromycota, Zygomycota, Ascomycota y Basidiomycota; de ellos, los dos últimos son los únicos que forman cuerpos fructíferos y son llamados macromicetos.

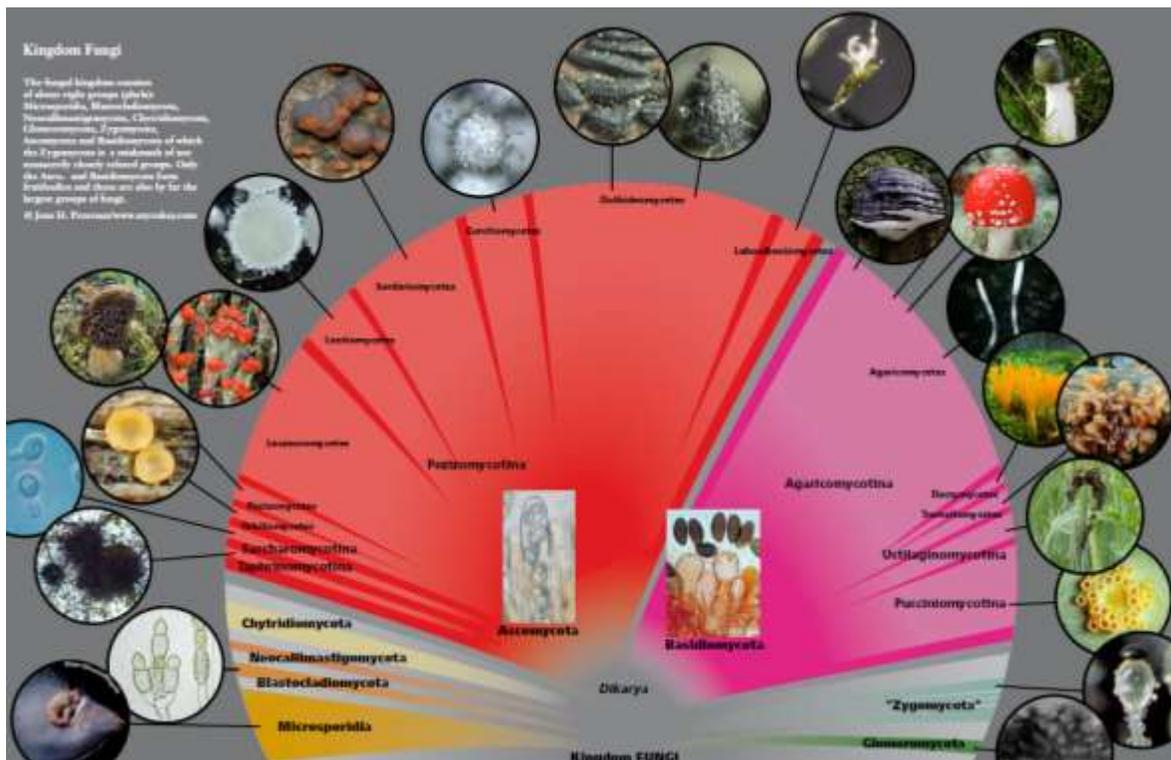


Figura 1. Clasificación del reino fungi (Tomado de Petersen y Læssøe, 2018).

Los hongos son organismos que requieren de otros seres vivos para desarrollarse. La mayoría de estos son pluricelulares; para alimentarse descomponen la materia orgánica y al reproducirse producen esporas que al ser transportadas por diferentes medios permiten su dispersión a nuevos lugares (Conabio, 2017).

Se ha estimado que en el mundo existen entre 1.5 a 3 millones de especies de hongos (Hawksworth, 2012). En México, la diversidad estimada es de 200, 000 especies (Guzmán, 1998), de las cuales sólo se ha estudiado aproximadamente un 5% y Durango ocupa el séptimo lugar en diversidad fúngica (Aguirre-Acosta *et al.*, 2014).

Se denominan macromicetos a los hongos cuyos cuerpos fructíferos pueden ser vistos a simple vista, están formados por hifas ramificadas que se reúnen en cordones. Pueden ser saprofitos, ectomicorrícicos y parásitos (Suárez Arango, 2010; Pedreros, 2007).

4.1.1. Microsporidia

Sus hospederos son vertebrados e invertebrados. Los microsporidios son microorganismos unicelulares e intracelulares obligados, se consideran eucarióticos, por tener un núcleo verdadero y un sistema de membranas citoplasmáticas, aunque se supone que son muy primitivos debido a que se encuentran en un brazo temprano en la evolución de los procariotes a eucariotes (Universidad de Antioquia, 2017).

4.1.2. Blastocladiomycota

Son hongos que habitan en agua dulce o en el suelo, son zoospóricos, pueden ser saprobios o parásitos de algas, plantas terrestres, invertebrados y hongos, además algunas especies son anáerobicas facultativas (NIG, 2018).

4.1.3. Neocallimastigomycota

Son hongos que viven en el rumen y el ciego de animales herbívoros como vacas, ovejas, caballos, elefantes y canguros, son hongos anáerobicos obligados y digestan la materia vegetal ingerida, utilizando algunas enzimas originadas por la transferencia lateral de genes de las bacterias (NIG, 2018).

4.1.4. Chytridiomycota

Grupo formado principalmente por hongos acuáticos microscópicos y sus zoosporas poseen flagelos que les permite moverse en medios líquidos. Pueden crecer también sobre materia orgánica en descomposición (INBio, 2014).

4.1.5. Glomeromycota

Son los hongos que en asociación con plantas forman las llamadas Micorrizas Arbusculares (MA); una simbiosis mutualista entre raíces y hongos del suelo, donde el hongo ayuda a la planta a la absorción de agua y nutrimentos minerales, mientras la planta proporciona al hongo fuentes de carbono de la fotosíntesis, formando estructuras altamente ramificadas denominadas arbusculos, los cuales crecen intracelularmente en la planta hospedera (Montaño *et al.*, 2008).

4.1.6. Zygomycota

Son hongos microscópicos que pueden desarrollarse en materia orgánica en descomposición y pueden encontrarse en el tracto digestivo de artrópodos (INBio, 2014).

4.1.7. Ascomycota

Es el grupo más numeroso y tienen formas muy variadas: de copa, botón, disco, colmena y dedos, entre otras. A este grupo pertenecen buen número de patógenos de plantas y animales. La característica distintiva de este tipo de hongos es la presencia de estructuras reproductoras microscópicas llamadas ascas con forma de saco, que producen esporas llamadas ascosporas (INBio, 2014).

4.1.8. Basidiomycota

Se conforma por hongos con forma de sombrilla, de coral, las orejas de palo, los gelatinosos, globosos y algunas levaduras, entre otros. Algunos otros hongos tienen aspecto polvoriento que crecen en plantas (royas y carbones). Se caracterizan microscópicamente por tener basidios que dan origen a basidiosporas en forma externa, generalmente en grupos de cuatro (INBio, 2014).

De acuerdo con lo mencionado arriba, la identificación taxonómica mediante caracteres morfológicos es importante, pero en la actualidad las nuevas tecnologías como estudios

de composición química, estudios de apareamiento y análisis de ADN están dando lugar a cambios radicales en la taxonomía de hongos (Kuo, 2014).

4.2. Formas de identificar los hongos

Básicamente existen dos formas en que se puede identificar un hongo; la descripción de sus características morfológicas y mediante estudios moleculares (Figura 2).

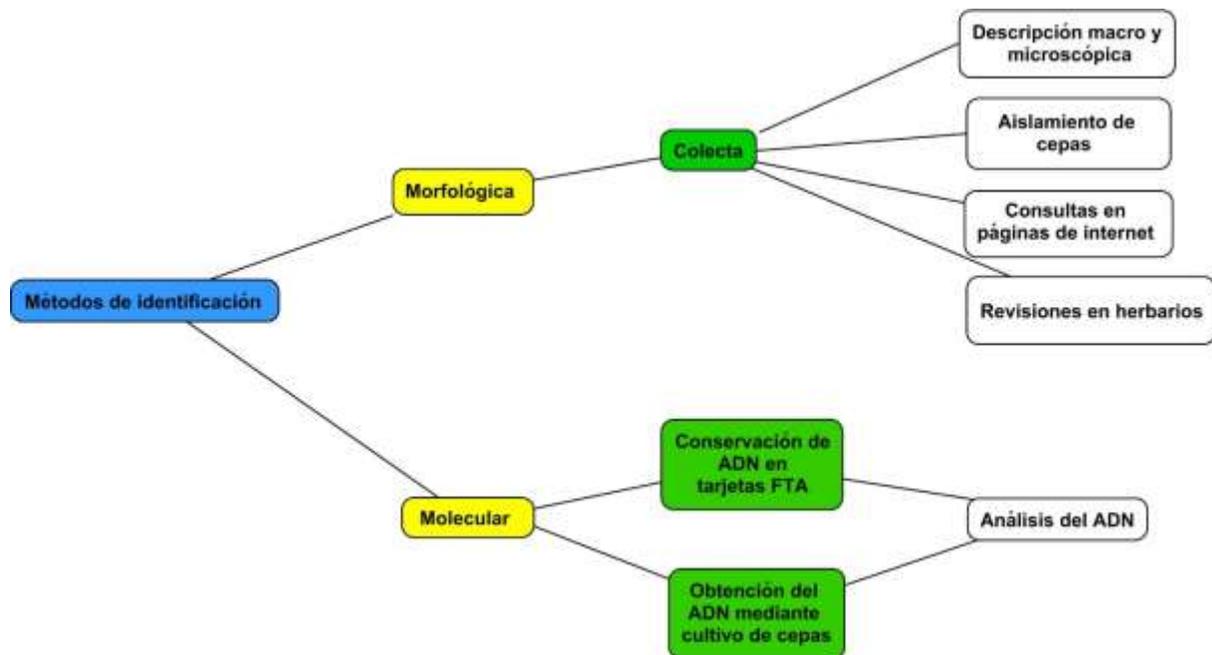


Figura 2. Consideraciones para identificar un hongo.

4.2.1. Identificación morfológica

La identificación consta de varias actividades: recolección, fotografía, toma de datos de campo, análisis de características macro y microscópicas y preservación de cuerpos fructíferos. Toda esta labor se guía por metodologías de laboratorio y criterios utilizados en literatura especializada (González-Velázquez y Valenzuela, 1995; Singer, 1986; Largent, 1977, Cifuentes *et al.*, 1986; Kornerup y Wanscher, 1978; Hanlin, 1990; San Martin *et al.*, 1998, Pacioni, 1982; Lincoff, 1981; García *et al.*, 1998, Arora, 1986; Phillips, 1981; Brundrett *et al.*, 1996, Castellano *et al.*, 1999; Ingleby *et al.*, 1991; y Goodman *et al.*, 1996).

Los hongos silvestres son el recurso biológico y genético más importante para el sector productivo de los hongos cultivados, ya que son organismos adaptados a diversas condiciones ambientales y proporcionan la variación genética necesaria para potencializar características deseables. Existen 663 cepas de hongos silvestres en preservación en los ceparios de México; las colecciones y las cepas que existen en ellos son herramientas fundamentales para el desarrollo de investigaciones relacionadas con el cultivo de hongos en nuestro país (Salmones y Mata, 2013). El éxito del aislamiento del hongo se debe en buena medida a su estado de conservación durante la recolecta, su estrategia nutricional (micorrízico, saprótrofo o parasito) (Kalač, 2013) y al tipo de medio de cultivo que se utilice para propagarlo. Una fíbula en los basidiomicetes es una conexión entre las células adyacentes de una hifa dicariótica, asegurando que cada célula contiene dos núcleos distintos (Raven *et al.*, 1992) y es útil para la identificación taxonómica de hongos (Kuo, 2006). Los hongos silvestres se pueden propagar en el laboratorio en diferentes medios de cultivo; agar papa dextrosa (PDA), extracto de Malta (Sharlau) (Sánchez y Royse, 2001), el medio CYM (Raper *et al.*, 1972), entre otros, con el objetivo de caracterizarlos, propagarlos, comparar eficiencias en diferentes hongos o para aislar su ADN para estudios moleculares.

El internet ofrece información sobre el reino de los hongos, destacan sitios donde se ofrecen fotografías de hongos caracterizados macro y microscópicamente con su información taxonómica (Halling y Mueller, 2016; Wood y Stevens, 2017; Fenwick, 2017; Mushroom Observer, Inc., 2017)

En la actualidad existen aproximadamente 3,000 herbarios en el mundo los cuales mantienen una colección de 350,000,000 especímenes de plantas y hongos preservados mediante deshidratación. Estas colecciones sirven de referencia para realizar trabajos relacionados con la taxonomía. En el Cuadro 1, se enlistan algunos de los herbarios a nivel nacional donde se encuentra depositado material fúngico (Thiers, 2012).

Cuadro 1. Herbarios a nivel nacional donde podemos encontrar material micológico.

Siglas de la colección	Institución	Localización
UNL	Universidad Autónoma de Nuevo León	Monterrey, Nuevo León México
CFNL	Universidad Autónoma de Nuevo León	Linares, Nuevo León México
ITCV	Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria	Ciudad Victoria, Tamaulipas, México
XAL	Instituto de Ecología, A.C.	Xalapa, Veracruz, México.
ENCB	Instituto Politécnico Nacional	Ciudad de México, Distrito Federal, México
IBUG	Universidad de Guadalajara	Zapopan, Jalisco México
FCME	Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria	Ciudad de México, Distrito Federal, México
BCMEX	Universidad Autónoma de Baja California	Ensenada, Baja California, México
MEXU	Universidad Nacional Autónoma de México	Ciudad de México, Ciudad Universitaria, Distrito Federal, México

4.2.2. Identificación molecular

Para obtener muestras de ADN de hongos, se pueden utilizar tarjetas FTA (por sus siglas en inglés, Flinders Technology Associates), en las cuales se toma una fracción de la parte fértil del hongo y se coloca en los cuadros destinados para la fijación del ADN. También se pueden cultivar los hongos para hacer análisis molecular, como se mencionó anteriormente, los hongos se purifican usando diferentes medios de cultivo, posterior a su desarrollo micelial se cosechan, liofilizan y luego se realiza el análisis molecular.

4.3. Características y función ecológica de los hongos

4.3.1. Morfología

El hongo consiste en un talo, el cual está compuesto de células alargadas llamadas hifas, que pueden ser septadas o aseptadas. Las hifas forman el micelio, que es la parte vegetativa del hongo y en este estado generalmente es imposible identificar el hongo. Para reproducirse el hongo produce esporas de forma sexual o asexual, estas esporas se pueden producir en el micelio o en estructuras llamadas esporóforos; que tienen una

gran cantidad de formas y tamaños y son producidas por los macromicetos u hongos superiores. Algunas de estas formas son las colmenillas, trufas, boletos y amanitas (Courtecuisse y Duhem, 1995). La mayoría de estos cuerpos fructíferos solo aparecen en un breve período de tiempo y por regular en la estación húmeda (Brundrett, 2008) (Figura 3).

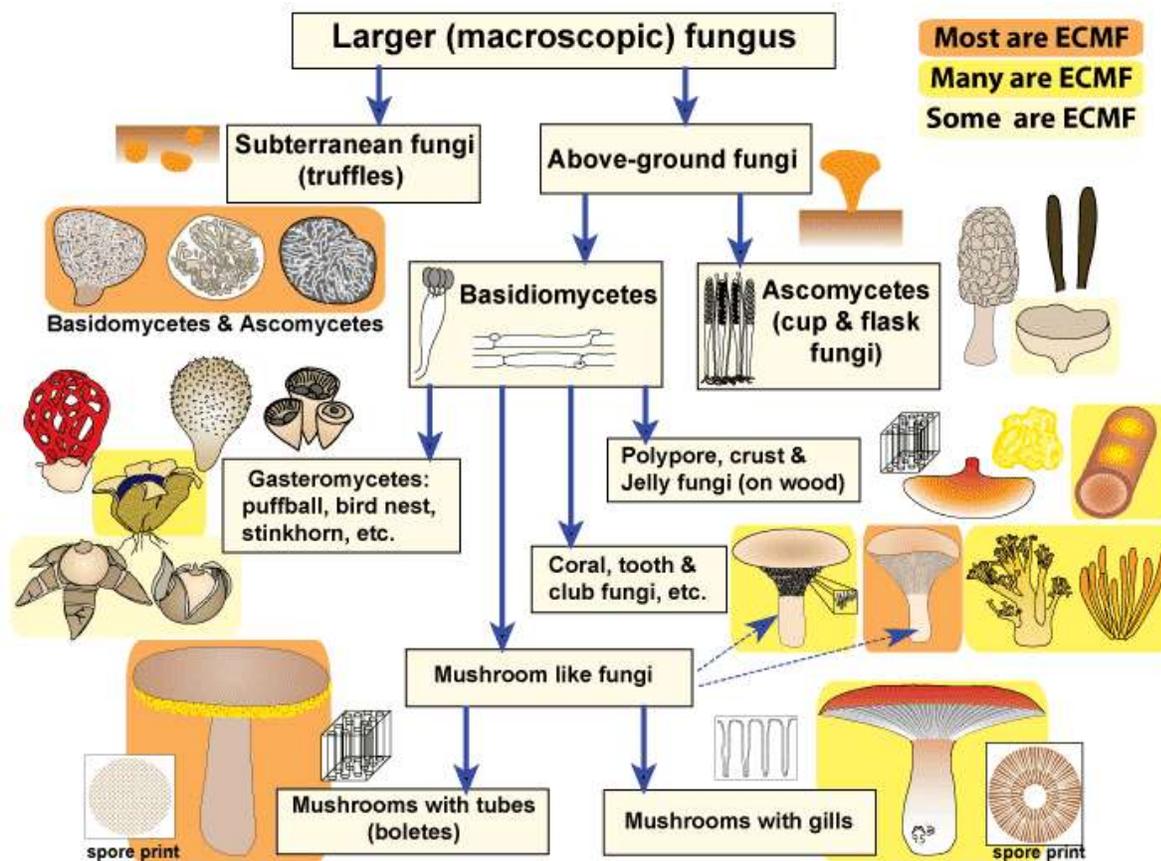


Figura 3. Formas de hongos ectomicorrícicos (Tomado de Brundrett, 2008).

4.3.2. Ciclo de vida

El ciclo de vida de los hongos varía según el grupo y se reproducen de forma sexual o asexual, dependiendo de las condiciones, la etapa del ciclo y otros factores. De forma práctica, se dice que el nacimiento de un hongo ocurre cuando germina la espóra, ésto da lugar a un hilo micelial, llamado micelio primario, que se desarrolla invadiendo su sustrato. Si la reproducción del hongo es asexual, el micelio primario produce esporas de dispersión solo en el micelio; en cambio, cuando es reproducción sexual, es necesario

la existencia de dos micelios con polaridad complementaria para formar un micelio secundario (muchos de los macromicetos tienen tetrapolaridad). En el micelio secundario se pueden ver células con dos núcleos sin fusionar avanzando en alargamiento de la hifa. Las conexiones de abrazadera se pueden ver en los hongos septados, luego cuando las condiciones son adecuadas, se desarrollará un esporóforo que producirá esporas y al liberarlas formarán nuevamente micelio primario (Figura 4).

Algunas especies de hongos parecen ser anuales, reproduciéndose por esporas; otras son perennes, sobreviviendo en forma de micelio por un período de tiempo prolongado (Courtecuisse y Duhem, 1995).

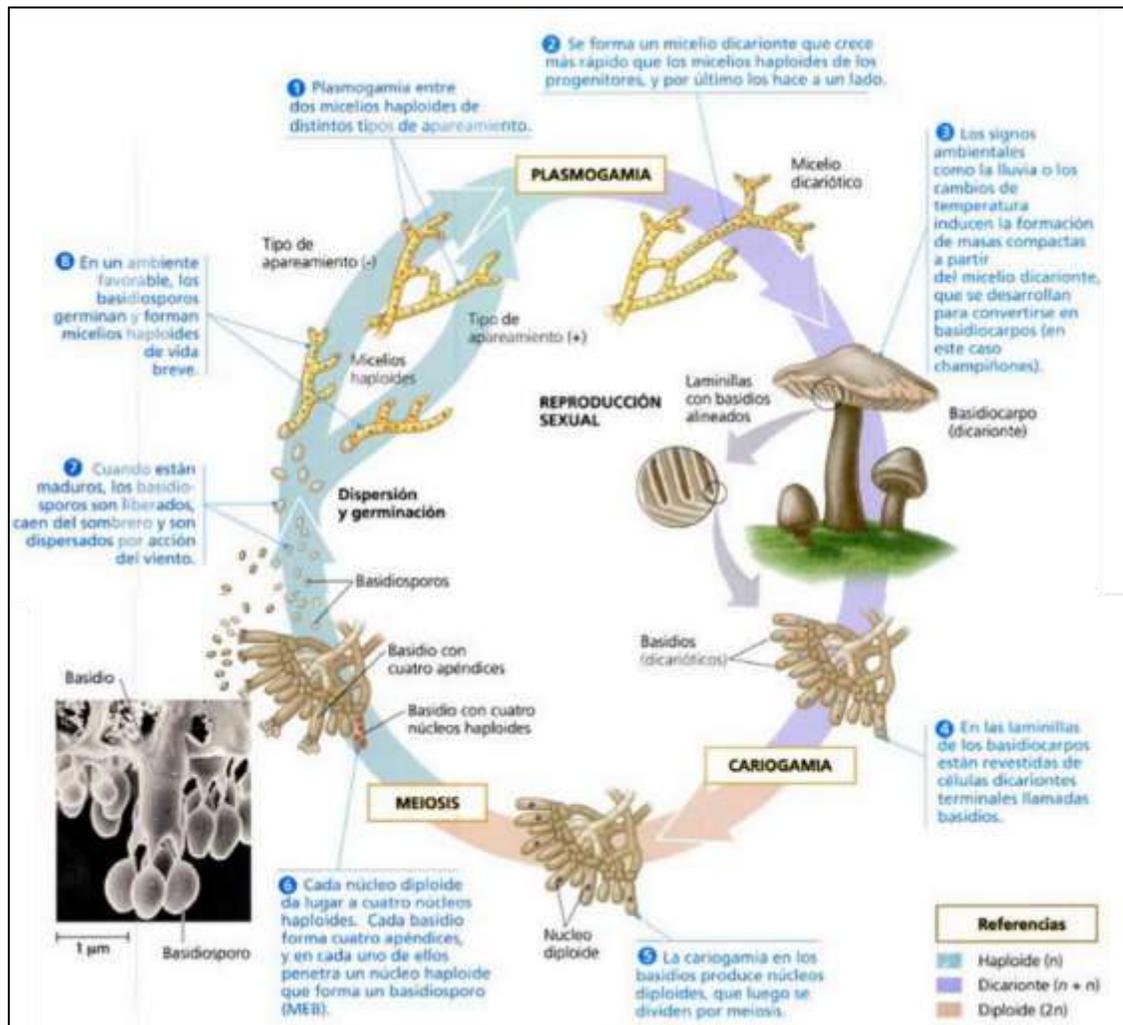


Figura 4. Ciclo de vida de un basidiomiceto que forma setas (Tomado de Campbell y Reece, 2007).

4.3.3. Fisiología y biología

Los hongos están regulados por parámetros físico-químicos y varía de un grupo a otro o de una especie a otra. Generalmente los hongos son heterótrofos, pero también los hay autótrofos en relación a elementos como el carbono y el nitrógeno. Existen algunos otros elementos importantes para su desarrollo: oxígeno, hidrógeno, fósforo, potasio, magnesio, azufre, manganeso, cobre, hierro, zinc y vitaminas, y por otro lado, agua, calor y luz. Estos organismos tienen gran potencial metabólico reflejado en sus variadas reacciones enzimáticas. Es por esto que pueden adaptarse a numerosos hábitats (Courtecuisse y Duhem, 1995).

Algunos hongos son saprobios, explotan la materia orgánica inerte, viviendo en la hojarasca, restos de animales o vegetales. Otros son parásitos, viven a expensas de la materia orgánica viva, perjudicando a los animales, plantas u otros hongos. En tercer lugar, están los micorrízicos que representan una asociación mutuamente benéfica entre plantas y hongos (Figura 5) (Courtecuisse y Duhem, 1995).

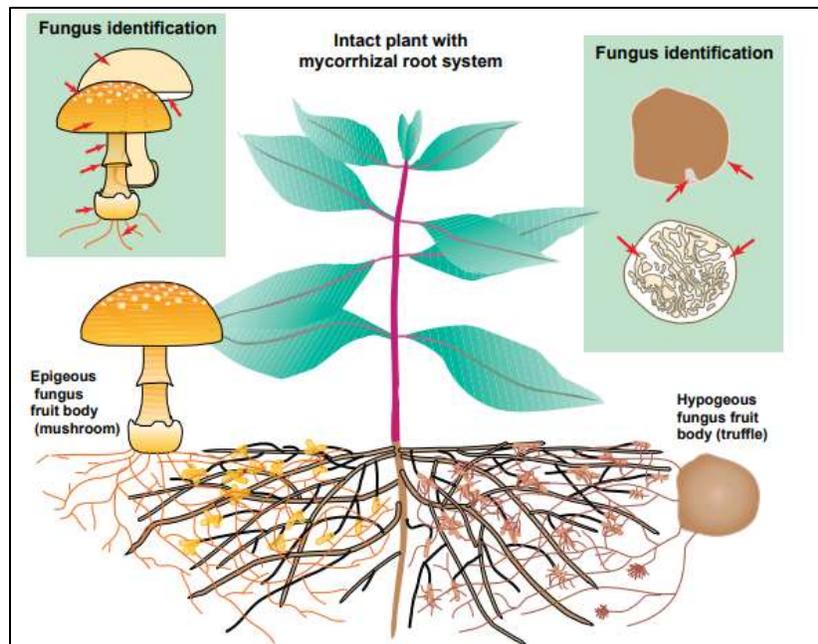


Figura 5. Asociación ectomicorrízica (Tomado y modificado de Brundrett, 2008).

4.4. Usos y propiedades de los hongos

El uso de los hongos en México, se remonta a la época prehispánica. Esto, se comprueba con la existencia de figuras de piedra, artefactos de barro, códices representando a los hongos y las crónicas de los conquistadores. Cabe destacar el uso de hongos alucinógenos como componentes de rituales curativos-advinatorios; uno de los personajes representativo en las ceremonias de ingestión de hongos fue María Sabina, originaria de Oaxaca. De acuerdo con los estudios etnomicológicos realizados en el pasado, se creía que en solo una parte del territorio nacional se consumían, principalmente en bosques templados; sin embargo, conforme se han desarrollado más trabajos de investigación, se han conocido nuevas áreas donde se consumen o donde pueden tener un uso potencial por sus propiedades (Ruan-Soto, 2017). De acuerdo a su uso o propiedades, los hongos pueden ser comestibles, medicinales, no comestibles o alucinógenos (INBio, 2014).

En México, se conocen 300 especies de hongos comestibles, de las cuales en Durango se han reportado 133, lo que representa 44.3% de las especies conocidas en el país (Valenzuela *et al.*, 2017). Diversas especies de hongos comestibles ectomicorrízicos, son fuente de alimento o de mejoramiento económico y como consecuencia un factor de transformación social en áreas rurales y de conservación ambiental. Sin embargo, los estudios ecológicos y biotecnológicos de este importante recurso forestal, a pesar de su gran relevancia en el país, son incipientes.

Un número mayor a 70 especies de hongos son utilizadas en medicina tradicional para tratar más de 40 tipos de enfermedades o problema de salud (Guzmán, 2008). Para el estado de Durango se han reportado 23 especies para uso medicinal, las cuales se distribuyen también en los países orientales (Valenzuela *et al.*, 2017). Los hongos medicinales se han utilizado para ayudar a potenciar y regular los ritmos biológicos, optimizar la respiración, la digestión, eliminación de toxinas, estimular la producción de energía y combatir el estrés (De Diego, 2011). Sin embargo, existen también hongos venenosos cuyo consumo puede provocar micetismos, que es la intoxicación por la ingesta de macromicetos que contienen sustancias que no puede metabolizar el organismo humano, que al ser absorbidas provocan desde diarreas sin complicaciones hasta la muerte (Rodríguez *et al.*, 2002).

Por otra parte, los hongos conocidos como alucinógenos o neurotrópicos han compartido una estrecha relación con el hombre desde los comienzos de la civilización; existen evidencias del uso prehispánico de *Amanita muscaria*, *Colocibe* y *Psilocybe* como hongos sagrados, no solo en México sino en toda Mesoamérica y aun en Sudamérica (Guzmán, 2016).

4.4.1. Uso de los hongos en Durango

Existen varios estudios de diversidad de macromicetos en el estado de Durango, Rodríguez-Scherzer y Guzmán-Dávalos (1984), citados por Díaz *et al.* (2005), reportan una lista de 109 especies de hongos en las Reservas de la Biosfera de la Michilía y de Mapimí, resaltando la importancia de la primera, ya que se encuentra cercana al Valle de Poanas, aproximadamente a 70 km de distancia. Con esta información se advierte la cantidad posible de hongos que se pueden encontrar en el área de estudio.

El Estado de Durango cuenta con diferentes tipos de vegetación, de los cuales destaca el bosque de coníferas y encinos, que representa un reservorio para muchas especies de macromicetos. Para este estado de la República Mexicana se reportan un total de 123 especies, adscritas a 70 géneros, incluidos en 27 familias; 19 de Basidiomycota y ocho de Ascomycota. En el Cuadro 2 se muestran los grupos estudiados y el número de las especies. Cabe destacar que estos reportes pertenecen al municipio de Pueblo Nuevo, Durango, y de la pequeña propiedad Las Bayas, de la Universidad Juárez del Estado de Durango (Díaz *et al.*, 2005).

Cuadro 2. Grupos de hongos reportados y número de especies de cada uno de éstos (Díaz *et. al*, 2005).

Uso o propiedad	Número de especies
Comestibles	27
Venenosos	7
Medicinales	8
Patógenos forestales	20
Micorrizógenos	25
Micopatógenos	2
Saprófitos	8
Fimícola	1
Degradadores de Madera	51

4.5. Situación y uso potencial de los hongos

En la actualidad, el ser humano busca nuevas cosas en todos los ámbitos de la vida; hacer más eficientes o más rápidas las actividades que desempeña o simplemente por ser algo novedoso, existe un progresivo interés en lo natural, lo exótico y los alimentos étnicos, donde encaja el interés por los hongos (Sadler, 2003).

En el caso de los bosques, el aprovechamiento de los productos forestales no maderables se lleva a cabo con base en conocimientos empíricos lo cual se refleja en un manejo no sostenible de estos recursos naturales (Alvarado-Castillo *et al.*, 2015). A la vez, se está teniendo una pérdida de los conocimientos tradicionales por el abandono de las actividades rurales y cambios en la alimentación debido a la aculturación (Alvarado-Castillo *et al.*, 2015; Zamora, *et al.*, 2007; Estrada-Martínez *et al.*, 2009).

Se suman a la problemática las actividades económicas principales de algunos lugares donde se desarrollan los hongos. Por ejemplo, en el estado de Durango la ganadería tiene como característica que año con año se incrementan las cargas animales en los potreros, las cuales son superiores a las que puede sostener los agostaderos; por otro lado, está la sobreexplotación forestal (Viramontes *et al.*, 2004)

que provoca la disminución del hábitat y que junto con la contaminación provocan la pérdida de la diversidad. Además, estudios acerca del cambio climático prevén efectos y cambios en la distribución, ecofisiología, la actividad y los tiempos reproducción de los hongos (Boddy, 2015).

A pesar de esto, aún existen algunas áreas donde los hongos pueden tener un uso potencial para aprovechar sus propiedades de una manera sostenible. INEGI (2017) menciona que el uso potencial del suelo es el conjunto de condiciones ambientales que el hombre tiene que transformar o adaptarse para aprovechar mejor el suelo y sus recursos para desarrollar la agricultura, ganadería, silvicultura, desarrollo urbano y establecimiento de áreas de conservación de recursos naturales. Lo anterior hace necesario un conocimiento de los recursos naturales disponibles y una adecuada planeación para su aprovechamiento como una forma de diversificación de las actividades productivas, preservando las condiciones en los que se desarrollan.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Diagrama general de la investigación



5.2. Localización y descripción del área de estudio

La recolecta de hongos se realizó durante el período de lluvias del año 2017 en el bosque templado de las comunidades Cieneguilla, San Atenógenes y Veracruz del municipio de Poanas, Durango (Figura 6). Está área se ubica entre los paralelos 23° 49' y 24° 15' de latitud norte y los meridianos 103° 47' y 104° 16' de longitud oeste, abarcando una superficie de aproximadamente 13, 099 ha, con un rango de altitud de 1, 800 a 2, 700 msnm (INEGI, 2010).

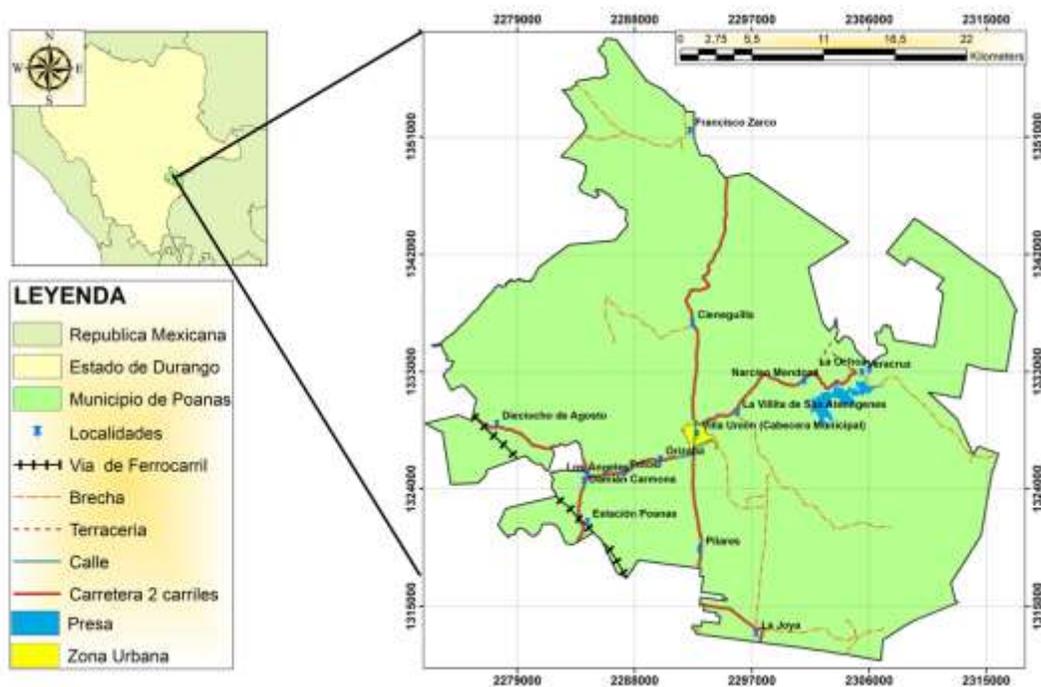


Figura 6. Ubicación geográfica del municipio de Poanas, Durango.

5.2.1. Geología

Los períodos de formación de las rocas y suelos son: Cuaternario, Terciario, Cretácico, Neógeno y Paleógeno. El tipo de rocas que se presenta son ígnea extrusiva: riolita-toba ácida, basalto, toba ácida y brecha volcánica básica, también roca sedimentaria: caliza, caliza-lutita, conglomerado, caliche, travertino e ígnea intrusiva: granito, en cuanto a suelos existen: aluvial, residual y lacustre (INEGI, 2010) (Figura 7).

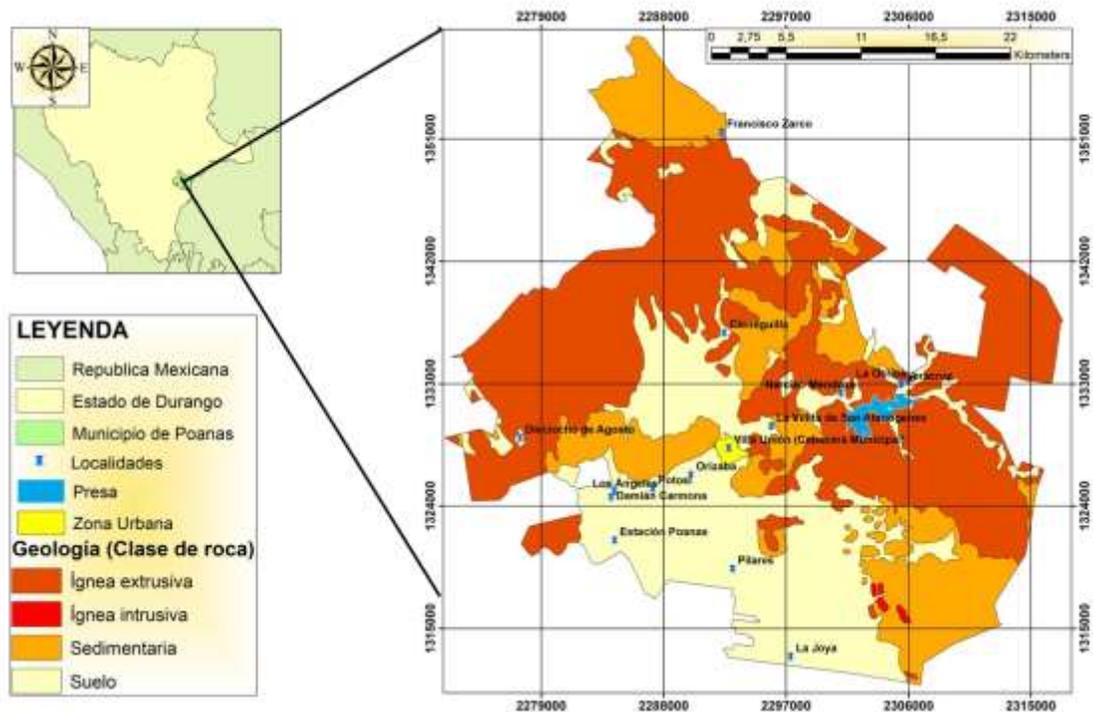


Figura 7. Mapa geológico de Poanas, Durango.

5.2.2. Edafología

Los suelos dominantes en el municipio de Poanas, Durango, son Leptosol, Kastañozem, Phaeozem, Chernozem, Cambisol, Solonetz, Luvisol, Regosol, Calcisol y Fluvisol (INEGI, 2010) (Figura 8).

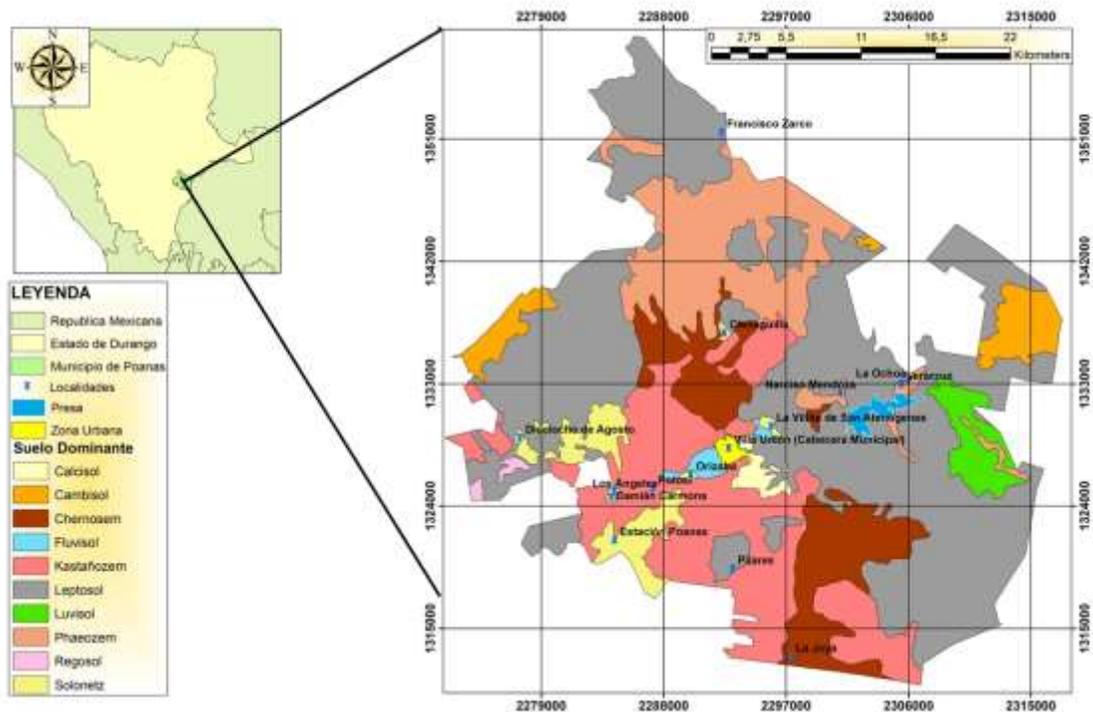


Figura 8. Tipos de suelo en el área de estudio.

5.2.3. Vegetación

En el municipio de Poanas una parte del suelo está destinado a la agricultura, mientras que por otra parte, la vegetación nativa es pastizal, matorral, bosque y mezquital (INEGI, 2010). El ecosistema que en este caso es de interés es el bosque ya que representa el área de estudio de este trabajo de investigación; éste comprende una superficie aproximada de 13, 099 ha, representando el 11.74 % de la superficie del municipio, el cual cuenta con 111, 528 ha (Figura 9).

Con base en la consulta de cartas topográficas, guías de interpretación cartográficas, compendio de información geográfica municipal y un sistema de información geográfica (ArcView GIS 3.2a), se reconocen dos tipos de vegetación: bosque de pino y bosque de encino-pino. Se debe señalar que del área de estudio no existen trabajos relacionados con el registro de especies botánicas, así es que se toman de referencia áreas cercanas descritas; una de ellas es la Reserva de la Biosfera de la Michilía que está a aproximadamente a 70 km de distancia, donde están presentes las siguientes especies; *Pinus ayacahuite* K. Ehrenb., *P. cembroides* Zucc., *P. cooperi* C.E.

Blanco, *P. chihuahuana* Engelm., *P. durangensis* Mtz., *P. engelmannii* Carr., *P. leiophylla* Schl. & Cham., *P. lumholtzii* Rob. & Fern., *P. teocote* Schl. & Cham. y *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, en cuanto a encinos; *Quercus arizonica* Sarg., *Q. crassifolia* H. & B., *Q. chihuahuensis* Trel., *Q. depressipes* Trel., *Q. durifolia* von Seem., *Q. eduardii* Trel., *Q. grisea* Liebm., *Q. hartwegii* Benth., *Q. laeta* Liebm., *Q. microphylla* Née, *Q. potosina* Trel., *Q. rugosa* Née, *Q. aff. scytophylla* Liebm., *Q. sideroxylla* H. & B., *Q. spicata* HBK., *Q. urbanii* Trel., *Q. viminea* Trel. y *Quercus sp.*, en cuanto a juníperos; *Cupressus benthamii* var. *lindleyi* (Klotzsch) Masters, *Juniperus deppeana* Steud., *J. durangensis* Martínez (González *et al.*, 1993). Otra área vecina a la del presente estudio es el Parque Nacional Sierra de Órganos, que forma parte de la Sierra de Santa Lucía, al igual que el Valle de Poanas; de acuerdo con Enríquez (2003), en este ecosistema están presentes las siguientes especies; *Pinus cembroides* Zucc., *Pinus chihuahuana* Engelm., *Quercus grisea* Liebm., *Quercus eduardi* Trel., *Quercus potosina* Trel., *Quercus laeta* Liebm., *Juniperus deppeana* Steud. y *Juniperus flaccida* Schltld. Lo anterior da una idea de la cantidad de especies de macromicetos que se pueden encontrar en el bosque templado del municipio de Poanas ya que muchas especies de macromicetos se asocian a bosques de pinos y encinos en toda la república.

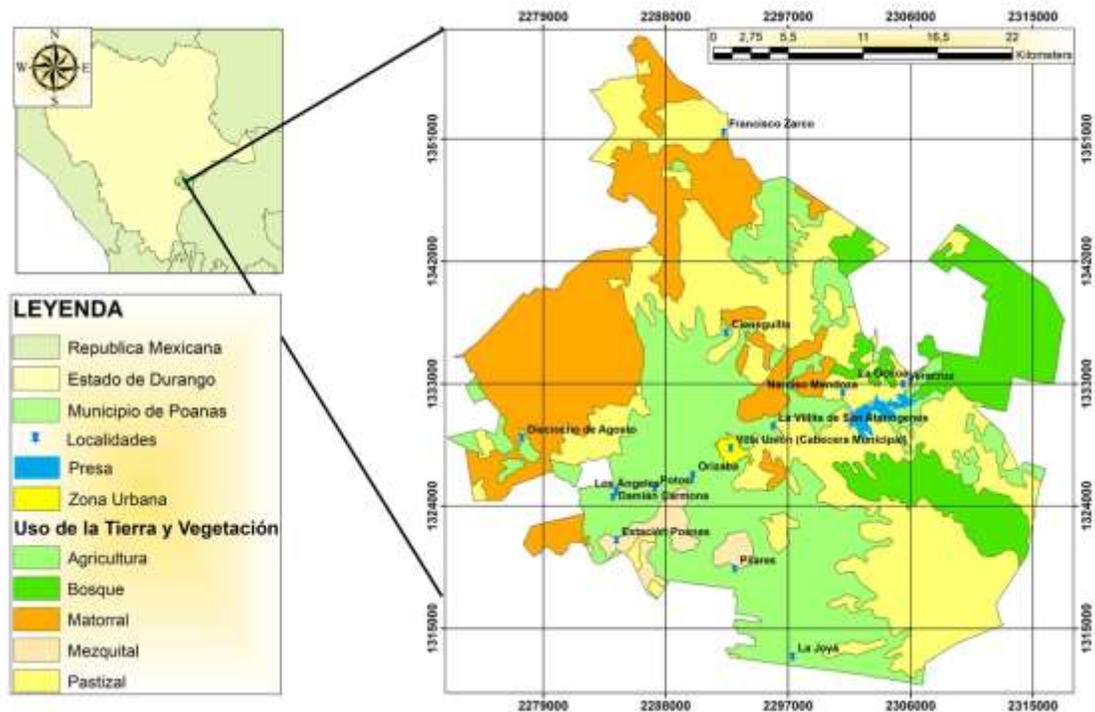


Figura 9. Vegetación del municipio de Poanas, Durango.

Se debe mencionar que el municipio de Poanas tiene aptitud ganadera importante, parte de la cual se desarrolla en su bosque, principalmente para la cría de bovinos, con una producción anual de 848 ton de ganado en pie, que deja una derrama económica de unos 5 millones de pesos, además de unas 3, 004 cabezas de ganado sacrificadas al año (INEGI, 2014).

5.2.4. Hidrografía y relieve

El municipio de Poanas, Durango, al ser un Valle, cuenta con un relieve variable: sierras, lomeríos y llanuras, caracterizado por tener un amplio sistema de cuencas hidrológicas, el cual se sigue aprovechando actualmente, reflejado con la presencia del cuerpo de agua más importante del municipio; la presa Francisco Villa (Figura 10), terminada y funcionando desde 1917 y ubicada entre los poblados de La Ochoa y Narciso Mendoza, la cual alimenta a la corriente del río Poanas y al sistema de riego por canales que abastece de agua a las tierras destinadas para la agricultura (INAFED, 2018).

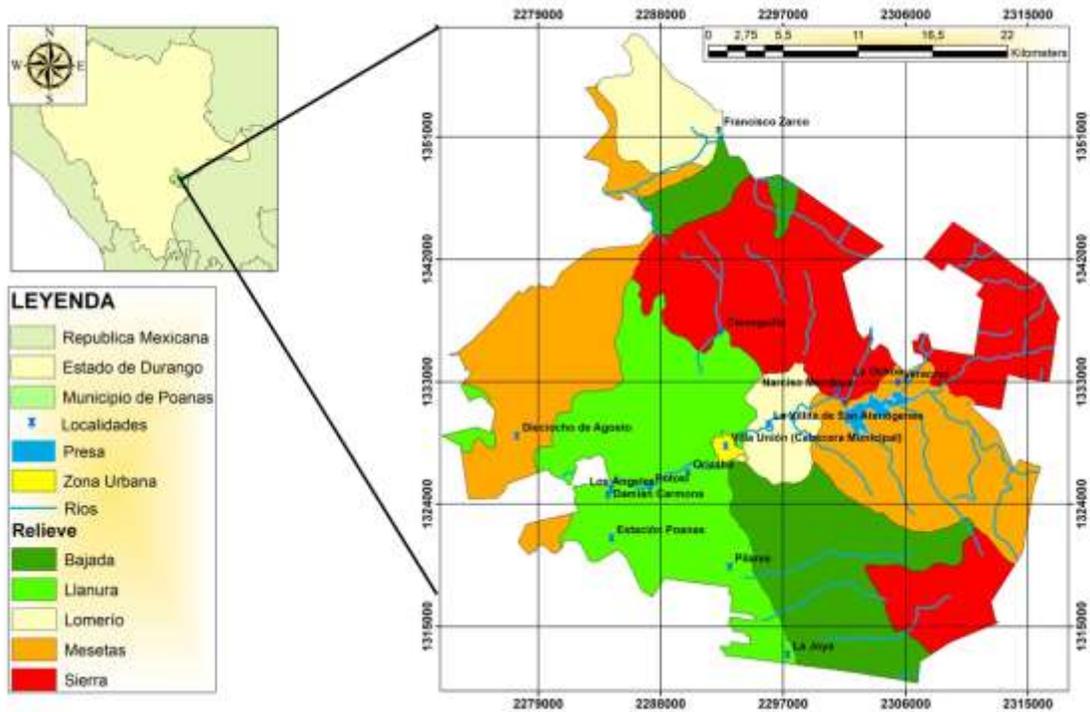


Figura 10. Mapa de hidrografía y relieve de la zona estudiada.

5.2.5. Clima

Respecto al clima, el rango de temperatura promedio del lugar es de 12 a 18 °C y la precipitación de 400 a 700 mm. Cuenta con climas templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad y semiseco templado con lluvias en verano (INEGI, 2010) (Figura 11).

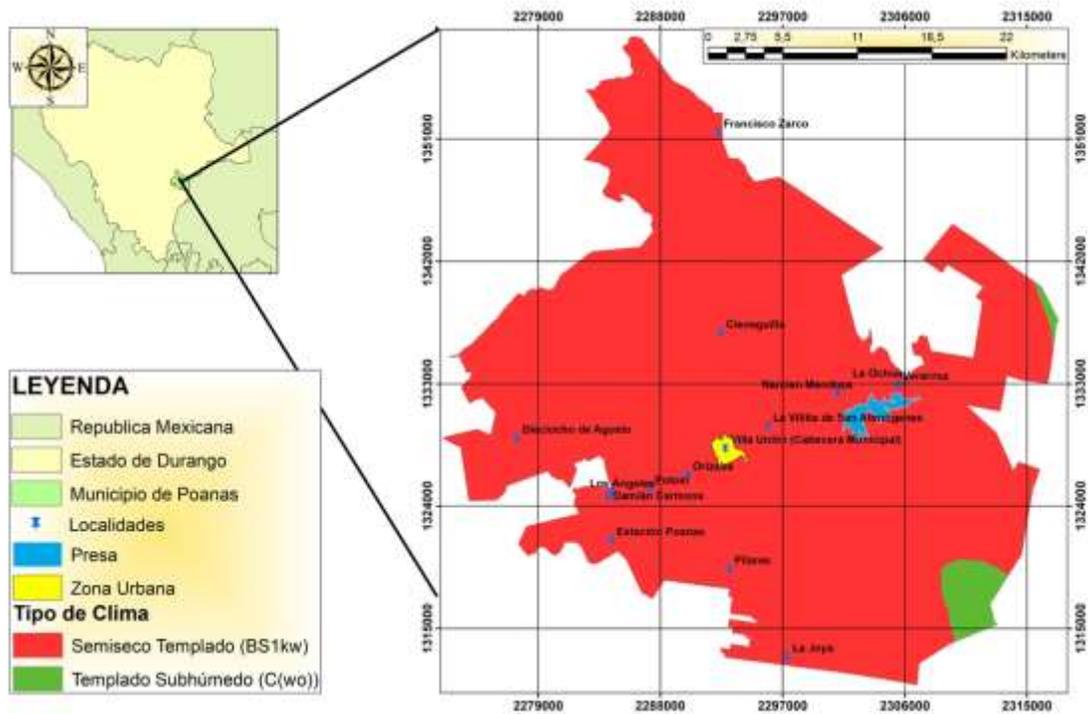


Figura 11. Climatología de la zona de estudio.

Este municipio cuenta con dos estaciones climatológicas, de las cuales se tomaron los datos de temperatura y precipitación para este trabajo. Estas estaciones son las de Hacienda Ganadera el Ojo y Narciso Mendoza, que están localizadas a una altitud de 2019 y 2063 msnm, respectivamente; de ellas se contemplan los datos que van del período de 1951 a 2010 (Figura 12 a 14).

De acuerdo con datos del Servicio Meteorológico Nacional (2010), la precipitación normal fue de 689.1 mm y de 491.8 para las estaciones meteorológicas del Ojo y de Narciso Mendoza, respectivamente, representando el período de lluvias los meses de junio a agosto. Se observa que a lo largo del año la precipitación fue mayor en la estación Hacienda Ganadera el Ojo (Figura 12).

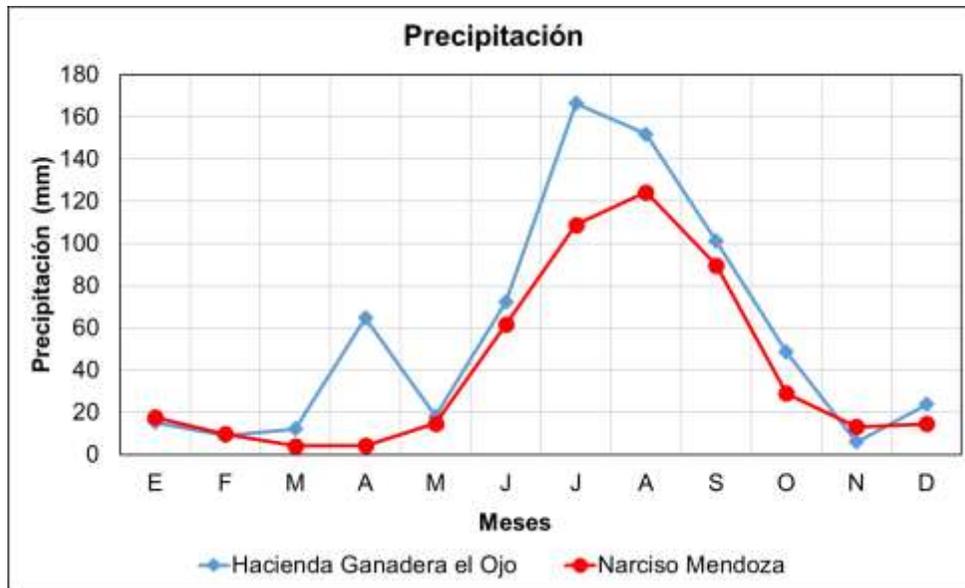


Figura 12. Precipitación media normal de estaciones climatológicas de Poanas, Durango.

En la estación el Ojo la temperatura máxima normal fue de 26.1 °C, la media de 15.9 °C y la mínima 5.7 °C, presentándose las temperaturas más elevadas en los meses de mayo y junio (Figura 13).

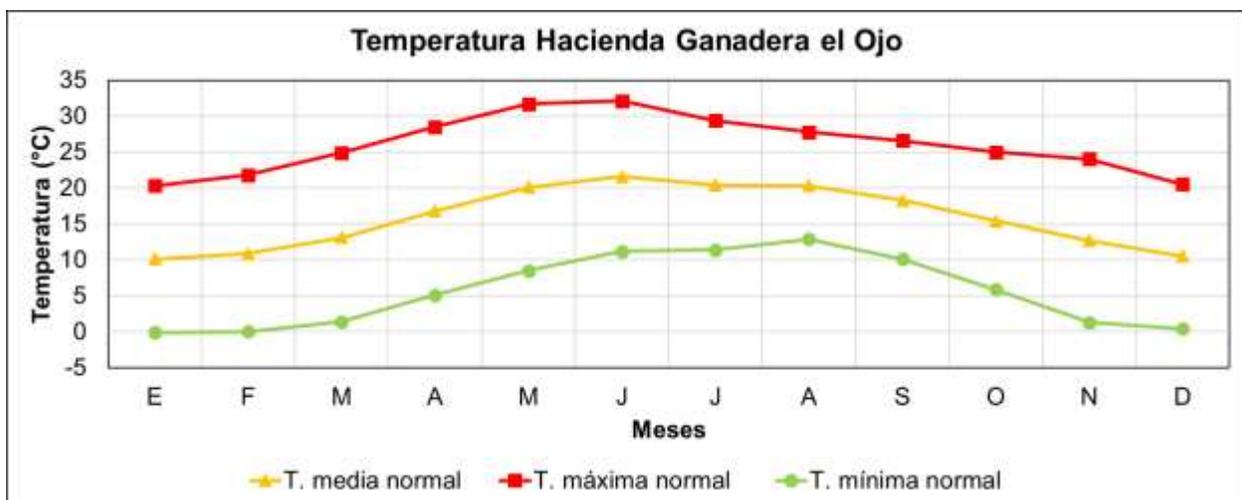


Figura 13. Temperaturas de la estación climatológica Hacienda Ganadera el Ojo.

Por su parte, la estación de Narciso Mendoza tiene una temperatura máxima normal de 26.1 °C, una media de 17 °C y mínima de 8 °C, siendo los meses de mayo y junio los más calurosos y el período de noviembre a febrero los más fríos (Figura 14).

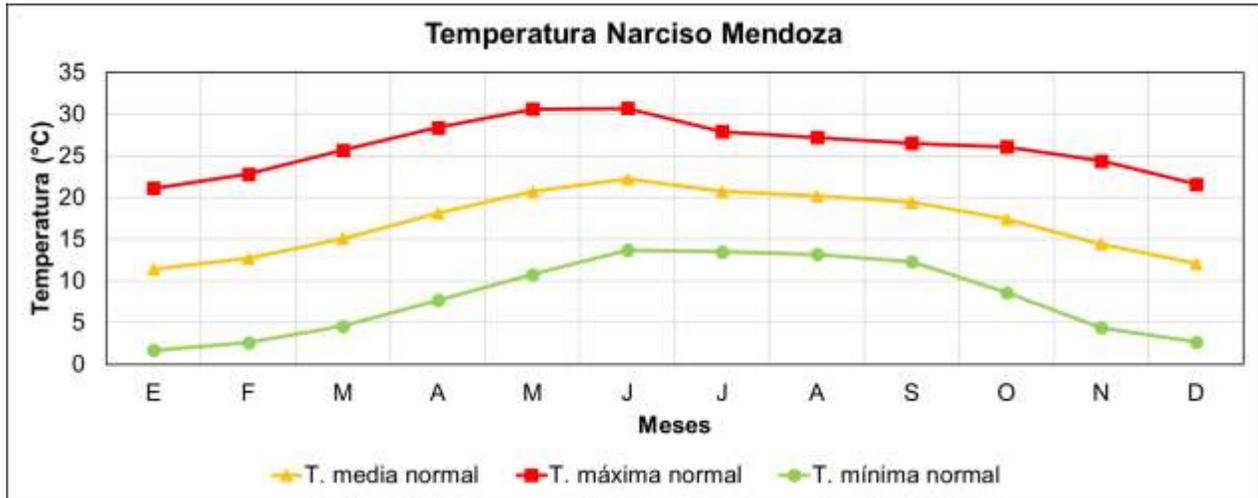


Figura 14. Temperaturas de la estación climatológica Narciso Mendoza.

5.3. Recolecta de hongos

La producción de hongos en un bosque es muy variable y depende de la fenología reproductiva de las especies, inducida por la precipitación pluvial (Garibay-Orijel *et al.*, 2009). En este estudio se consideraron dos períodos de recolecta; el primero comprendió del 20 de julio al 26 de agosto y el segundo los días 12 y 13 de octubre de 2017. Estos períodos de recolecta se definieron con base en los patrones de precipitación y temperatura, a través de las bases de datos de las normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y la Red de estaciones climáticas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap) para el Municipio de Poanas, Durango. Además, las condiciones de muestreo se establecieron con ayuda del programa ArcView GIS 3.2a utilizando capas vectoriales de la página oficial de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). El bosque se encuentra distribuido en varias comunidades del municipio de Poanas, Durango; la recolecta se llevó a cabo en la región que abarca las comunidades de Cieneguilla, San Atenógenes y Veracruz. El tipo de vegetación en el área de estudio es

Bosque de pino y Bosque de encino-pino. Previo a la recolecta de hongos, se realizaron visitas exploratorias al bosque, una vez detectada la presencia de cuerpos fructíferos se establecieron 15 parcelas rectangulares de 10 x 30 m (300 m²) (Figura 15), utilizando rafia y estacas para la delimitación de cada una, obteniendo una superficie total de muestreo de 6,000 m² (Figura 16). Se procedió a georreferenciar cada una de las parcelas, definir su presión atmosférica y la temperatura al momento de la recolecta. Se utilizó un medidor analógico para medir el pH y humedad del suelo. Con un luxómetro se tomaron medidas de la luminosidad en la parcela siguiendo el patrón de la carta cinco de oros de una forma sistemática. Tomados los datos ya mencionados se procedió a explorar en cada una de las parcelas delimitadas para localizar los esporomas de los hongos, se tomaron fotografías de su estructura y se pesaron con una báscula. A cada cuerpo fructífero se le aplicó KOH y NH₄OH, con el fin de provocar una reacción reflejada en el cambio de color de sus diferentes estructuras, para determinar características que ayudaron a su identificación taxonómica (Figura 16).

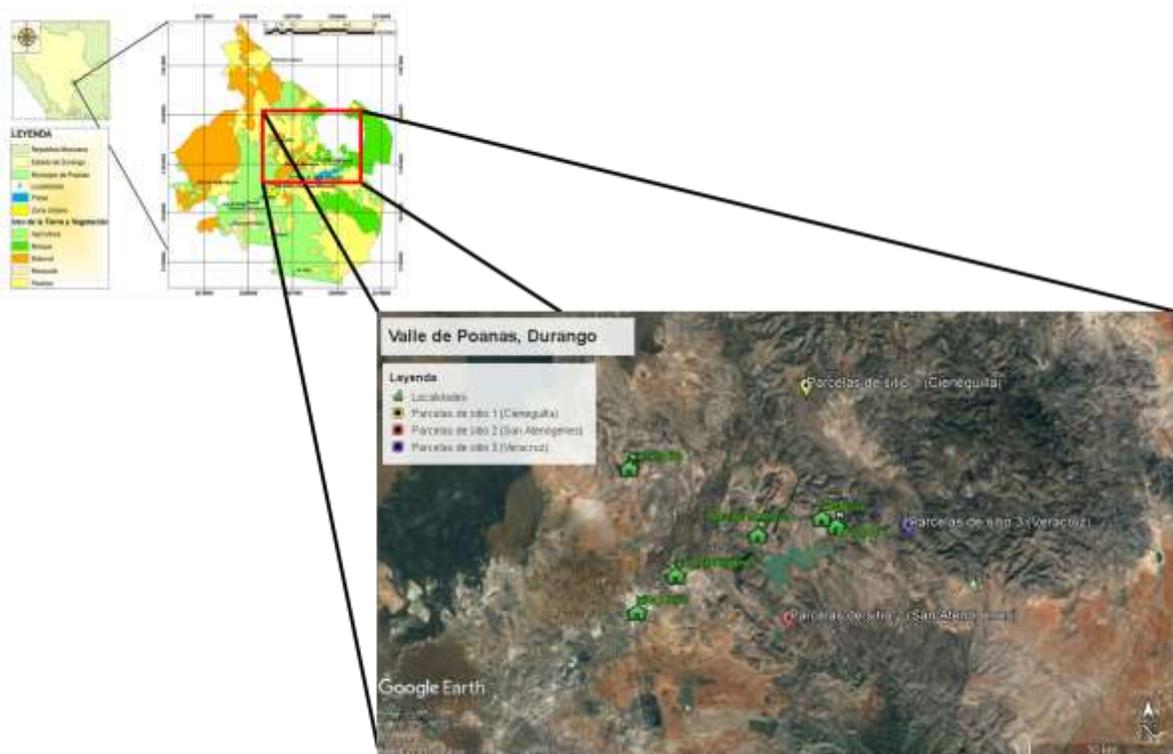


Figura 15. Ubicación de los sitios donde se distribuyeron las parcelas.



Figura 16. Recolección de hongos. a) Colocación de estacas para delimitación de parcela, b) Medición de la humedad y el pH del suelo, c) Uso del espejo para observar la parte fértil del hongo, d) Pesado en fresco de las recolecciones y e) Prueba de coloración con los reactivos KOH y NH₄OH y f) Transporte de los hongos en hielera para evitar cambios de temperatura y favorecer su conservación.

Se muestran fotografías que exponen las características naturales de las parcelas establecidas en las comunidades seleccionadas (Figura 17).

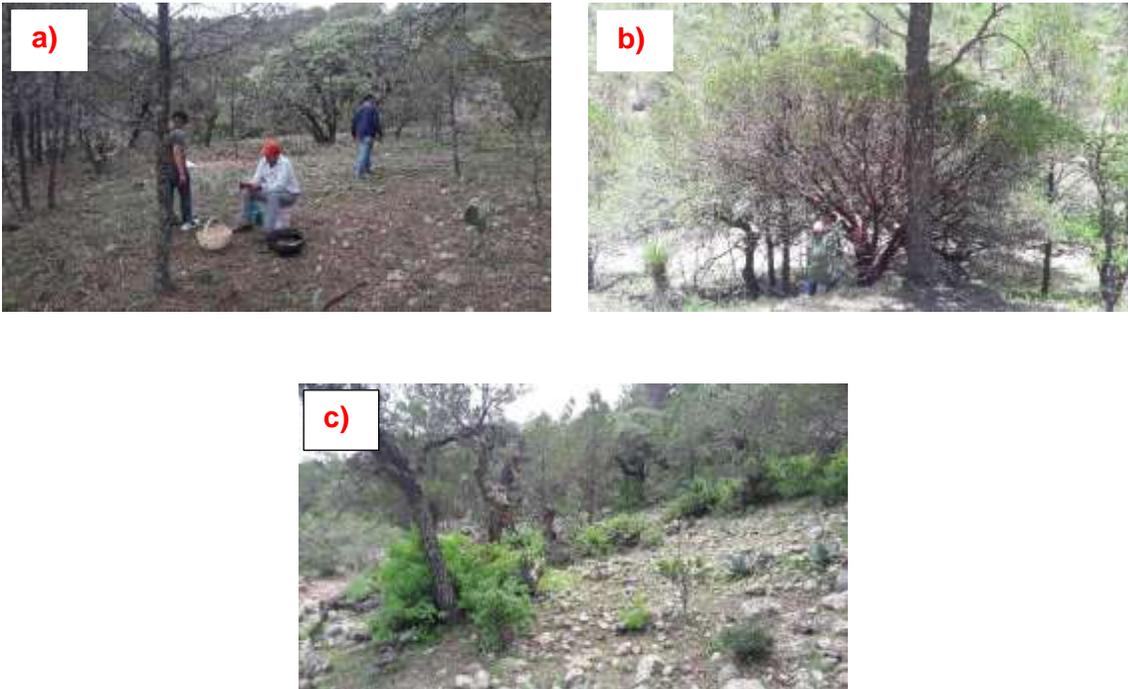


Figura 17. Parcelas en las diferentes comunidades. a) Cieneguilla, b) Veracruz, c) San Atenógenes.

En estas parcelas existen varias especies botánicas estas son: pino (*Pinus* spp.), encino (*Quercus* spp.), tascate (*Juniperus* sp.), cardenchi (*Cylindropuntia* sp.), huizache (*Acacia* sp.), mezquite (*Prosopis* sp.), nopal (*Opuntia* spp.), palma (*Yucca* sp.), palo blanco, palo colorado y pirul (*Schinus* sp.).

Los esporomas de las especies se colocaron en bolsas con su etiqueta correspondiente y estas a la vez se colocaron en hieleras para su transporte al laboratorio de Micología de la Facultad de Ciencias Forestales (FCF), Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Una vez en laboratorio, para identificar las especies se utilizaron guías de campo, determinando características morfológicas como forma del píleo, estípote, presencia de láminas o poros, entre otros. Posteriormente, las muestras se colocaron en una deshidratadora para disecarlas (Figura 18). La temperatura a la cual se sometieron los hongos fue de 30 a 40° C por un período de 24 a 48 horas. En algunos casos hubo la necesidad de fraccionar los hongos ya que por su naturaleza suculenta era imposible su deshidratación. Una vez deshidratados, los hongos se colocaron en

bolsas de plástico y en cajas de cartón para su posterior revisión y su ubicación en el herbario **CFNL** de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León.



Figura 18. Bastidores sobre los cuales se colocaron las recolectas.

5.4. Registro de datos de vegetación

Una vez terminada la recolección de todos los hongos se procedió a la obtención de datos de las especies arbóreas presentes en el sitio: número y especies en la parcela, determinación de la altura con un clinómetro, el diámetro a la altura del pecho (DAP, a los 1.30 m) con cinta métrica y las medidas para determinar la cobertura (longitud entre las ramas más largas y longitud entre las ramas más cortas), utilizando la siguiente fórmula:

$$A = \frac{\pi}{4} * d^2$$

Donde:

A = Área cubierta o espacio ocupado por especie (m^2)

d = Diámetro promedio obtenido para cada árbol (m)

π = 3.1416

5.5. Identificación de las especies mediante biología molecular

5.5.1. Por el método de tarjetas FTA

Como se mencionó previamente, se obtuvieron muestras de ADN de los esporomas recolectados utilizando tarjetas FTA (Flinders Technology Associates, Whatman). Para ello, se tomó una fracción de la parte fértil del hongo y se colocó en los cuadros destinados para la fijación del ADN (Figura 19), se bajó la tapa de la tarjeta y se presionó para que se impregnara el papel especial.



Figura 19. Tarjeta FTA para la conservación de ADN de los hongos de interés.

Una vez recolectadas las muestras de ADN en las tarjetas FTA, éstas se llevaron al laboratorio donde se continuó con su procesamiento con base en la metodología empleada por Solarte (2009) (Figura 20).



Figura 20. Extracción de ADN obtenido a través de tarjetas FTA.

5.5.2. Aislamiento y cultivo de cepas de macromicetos

Una vez recolectados los hongos en campo se transportaron al laboratorio en una hielera con bolsas refrigerantes isotérmicas y hielo para su conservación. Se seleccionaron los cuerpos fructíferos que se encontrarán en las mejores condiciones para su propagación en medio de cultivo. Se tomó cada hongo llevándolo a la campana de flujo laminar, donde se expusieron las partes internas del hongo para extraer pequeños trozos de material fúngico, colocándolos en cajas de Petri con los medios de cultivo: Agar papa dextrosa (PDA) y Extracto de malta agar (EMA). Los cultivos se purificaron, resemebrando si se observaba contaminación por ácaros, mohos o bacterias. Una vez purificadas las cepas, se sembraron en medio de cultivo CYM. Posteriormente, las cepas se sembraron en medio de cultivo caldo de extracto de malta (EMB). Una vez desarrollado el micelio de los hongos, éstos se cosecharon eliminando el medio de cultivo mediante un rodillo y uso de sanitas y papel filtro, colocando el micelio deshidratado en un tubo eppendorf y se llevan a un baño en nitrógeno líquido. Luego se llevaron al liofilizador eliminando la humedad restante para conservación previa antes del análisis molecular (Figura 21).



Figura 21. Cultivo de cepas para análisis taxonómico por biología molecular. a) Colecta en campo, b) Siembra de los hongos en cajas Petri c) Siembra de los hongos en medio de cultivo líquido (EMB), d) Cosecha del micelio maduro en cultivo líquido, e) Tubos Eppendorf con micelio en nitrógeno líquido y f) Liofilizado de muestras.

5.5.3. Extracción de ADN genómico para hongos filamentosos

Siguiendo el método de Challen *et al.* (1995) se tomaron los micelios de hongos resultantes en el proceso anterior y las tarjetas FTA, de estas últimas se extrajo 1 cm² del área impregnada con la muestra en campo, ambos materiales se trituraron en un tubo Eppendorf, luego se agregaron 650 µl de buffer A y se continuó mezclándolo hasta homogenizar, posteriormente se agregaron 5 unidades de RNasa A (3 µL), se mezclaron por inversión e incubaron a 70 °C durante 30 min, luego se agitaron por 10 min en la

centrífuga a temperatura ambiente (13,000 rpm). Por otro lado, se prepararon las columnas QIAGEN, se equilibraron usando el buffer QBT (1 mL), posteriormente se les agregó el sobrenadante a cada columna, dejando filtrar la muestra, se lavó la columna cuatro veces con 1 ml de QC buffer y luego en un tubo Eppendorf se eluyó la muestra con 700 μ L de buffer QF. Posteriormente, se agregaron 700 μ l de propan-2-ol para precipitar el ADN, se mezcló por inversión y se dejó reposar 2 minutos, luego se centrifugó durante 20 min (13,000 rpm); consecutivamente, se lavó el sedimento por inversión con 500 μ l de EtOH al 70% y luego se centrifugó por 10 min (13,000 rpm). El siguiente paso fue secar en el horno durante 30 min y posteriormente se resuspendió la muestra en 50 μ l de TE, en baño María a 55 °C durante 30 min. Finalmente, se evaluó la calidad del ADN por el método de Sambrook *et al.* (1989) (Figura 22).

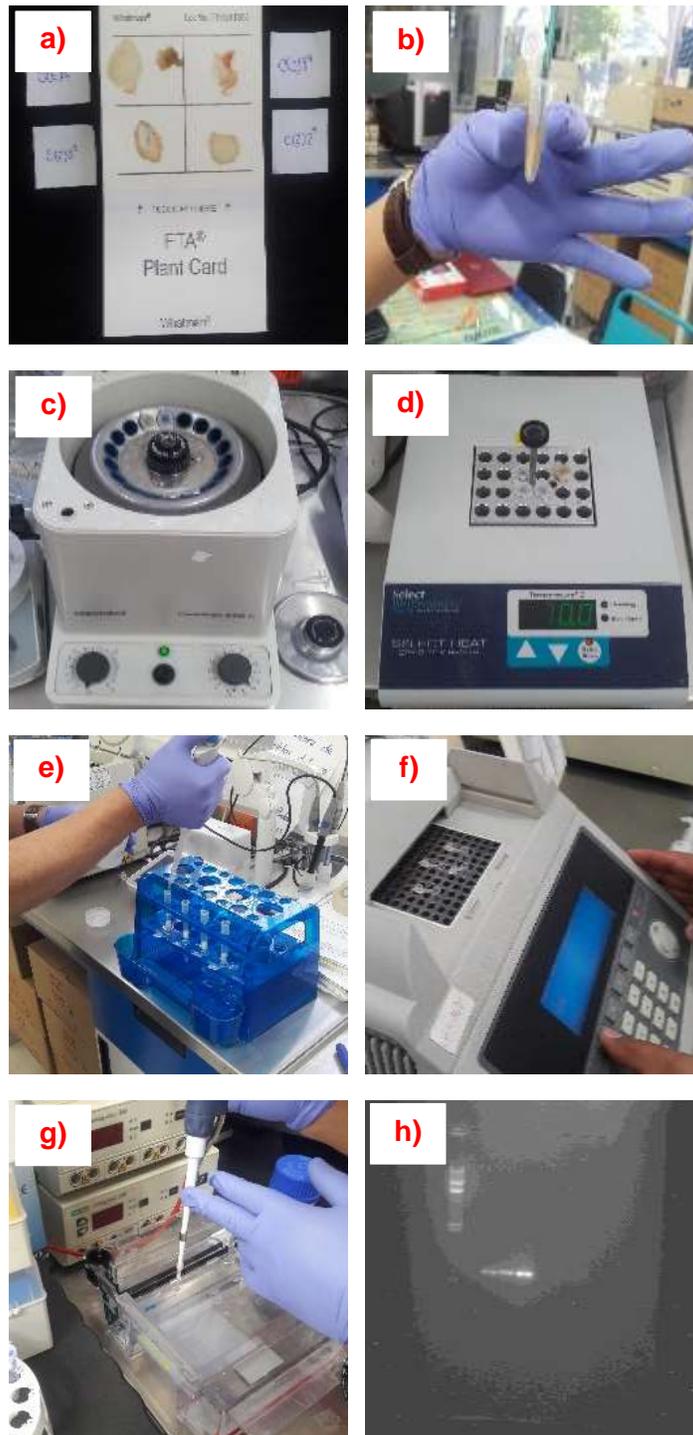


Figura 22. Extracción de ADN genómico fúngico y evaluación. a) Extracción de muestra de ADN impregnado en tarjeta FTA, b) Trituración de muestra liofilizada o de tarjeta FTA, c) Centrifugado de muestras, d) Calentamiento, e) Lavado en columnas, f) Replicación del ADN en termociclador, g) Preparación para electroforesis y h) Bandas generadas por la electroforesis.

VI. RESULTADOS

6.1. Taxonomía

6.1.1. Análisis taxonómico

De acuerdo con el análisis taxonómico, se determinaron 85 especies en 64 géneros dentro de 37 familias (Cuadro 3).

Cuadro 3. Taxonomía, hábito y comestibilidad de las especies encontradas en la zona de estudio.

Familia	Especie	Autor	Hábito	Comestibilidad
Agaricaceae	<i>Agaricus campestris</i>	L.	Saprobio	Comestible
Agaricaceae	<i>Agaricus</i> sp.1		Saprobio	No comestible
Agaricaceae	<i>Agaricus</i> sp.2		Saprobio	No comestible
Agaricaceae	<i>Agaricus</i> sp.3		Saprobio	No comestible
Agaricaceae	<i>Agaricus xanthodermus</i>	Genev.	Saprobio	Tóxico
Amanitaceae	<i>Amanita calyptroderma</i>	G.F. Atk. & V.G. Ballen	Micorrícico	Tóxico
Amanitaceae	<i>Amanita flavoconia</i>	G.F. Atk.	Micorrícico	Tóxico
Amanitaceae	<i>Amanita vaginata</i>	(Bull.) Lam.	Micorrícico	Tóxico
Hypoxylaceae	<i>Annulohyphoxylon thouarsianum</i>	(Lév.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh	Parásito	No comestible
Diplocystidiaceae	<i>Astraeus hygrometricus</i>	(Pers.) Morgan	Micorrícico	Tóxico
Auriculariaceae	<i>Auricularia mesenterica</i>	(Dicks.) Pers.	Saprobio	Comestible
Auriculariaceae	<i>Auricularia nigricans</i>	(Sw.) Birkebak, Looney & Sánchez-García	Saprobio	Comestible
Marasmiaceae	<i>Baeospora</i> sp.		Saprobio	Tóxico
Xylariaceae	<i>Biscogniauxia atropunctata</i>	(Schwein.) Pouzar	Parásito	No comestible
Boletinellaceae	<i>Boletinellus merulioides</i>	(Schwein.) Murrill	Micorrícico	Comestible
Boletaceae	<i>Boletus</i> sp.		Micorrícico	Comestible
Botryobasidiaceae	<i>Botryobasidium</i> sp.		Parásito	No comestible
Agaricaceae	<i>Bovista</i> sp.1		Saprobio	No comestible

Familia	Especie	Autor	Hábito	Comestibilidad
Agaricaceae	<i>Bovista</i> sp.2		Saprobio	No comestible
Boletaceae	<i>Butyriboletus frostii</i>	(J.L. Russell) G. Wu, Kuan Zhao & Zhu L. Yang	Micorrícico	Comestible
Phanerochaetaceae	<i>Byssomerulius incarnatus</i>	(Schwein.) Gilb.	Saprobio	No comestible
Agaricaceae	<i>Chlorophyllum</i> sp.		Saprobio	Tóxico
Bolbitiaceae	<i>Conocybe apala</i>	(Fr.) Arnolds	Saprobio	No comestible
Psathyrellaceae	<i>Coprinellus micaceus</i>	(Bull.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson	Saprobio	No comestible
Agaricaceae	<i>Coprinus comatus</i>	(O.F. Müll.) Pers.	Saprobio	Comestible
Agaricaceae	<i>Coprinus</i> sp.		Saprobio	No comestible
Agaricaceae	<i>Cyathus stercoreus</i>	(Schwein.) De Toni	Saprobio	No comestible
Hymenogastraceae	<i>Deconica coprophila</i>	(Bull.) P. Karst.	Saprobio	Tóxico
Agaricaceae	<i>Disciseda candida</i>	(Schwein.) Lloyd	Saprobio	No comestible
Entolomataceae	<i>Entoloma</i> sp.		Saprobio	Tóxico
Physalacriaceae	<i>Flammulina velutipes</i>	(Curtis) Singer	Saprobio	Comestible
Fomitopsidaceae	<i>Fomitopsis</i> sp.		Parásito	No comestible
Physaraceae	<i>Fuligo cinerea</i>	(Schwein.) Morgan	Saprobio	No comestible
Physaraceae	<i>Fuligo septica</i>	(L.) F.H. Wigg.	Saprobio	No comestible
Hymenochaetaceae	<i>Fulvifomes</i> sp.		Parásito	No comestible
Ganodermataceae	<i>Ganoderma curtisii</i>	(Berk.) Murrill	Parásito	No comestible
Ganodermataceae	<i>Ganoderma resinaceum</i>	Boud.	Patógeno	Medicinal
Gomphaceae	<i>Gautieria</i> sp.		Micorrícico	No comestible
Geastraceae	<i>Geastrum minimum</i>	Schwein.	Saprobio	No comestible
Geastraceae	<i>Geastrum quadrifidum</i>	DC. ex Pers.	Saprobio	No comestible
Meruliaceae	<i>Gelatoporia dichroa</i>	(Fr.) Ginns	Saprobio	No comestible
Hymenogastraceae	<i>Gymnopilus</i> sp.		Saprobio	No comestible
Omphalotaceae	<i>Gymnopus dryophilus</i>	(Bull.) Murrill	Saprobio	Comestible

Familia	Especie	Autor	Hábito	Comestibilidad
Polyporaceae	<i>Heliocybe sulcata</i>	(Berk.) Redhead & Ginns	Saprobio	No comestible
Hymenochaetaceae	<i>Hydnochaete</i> sp.		Saprobio	No comestible
Hymenochaetaceae	<i>Inocutis jamaicensis</i>	(Murrill) A.M. Gottlieb, J.E. Wright & Moncalvo	Patógeno	No comestible
Inocybaceae	<i>Inocybe</i> sp.1		Micorrícico	Tóxico
Inocybaceae	<i>Inocybe</i> sp.2		Micorrícico	Tóxico
Hymenochaetaceae	<i>Inonotus glomeratus</i>	(Peck) Murrill	Parásito	No comestible
Hymenochaetaceae	<i>Inonotus</i> sp.		Parásito	No comestible
Meruliaceae	<i>Irpex lacteus</i>	(Fr.) Fr.	Parásito	No comestible
Meruliaceae	<i>Junghuhnia</i> sp.		Saprobio	No comestible
Hydnangiaceae	<i>Laccaria laccata</i>	(Scop.) Cooke	Micorrícico	Comestible
Russulaceae	<i>Lactarius rufus</i>	(Scop.) Fr.	Micorrícico	Tóxico
Polyporaceae	<i>Lentinus arcularius</i>	(Batsch) Zmitr.	Saprobio	No comestible
Agaricaceae	<i>Lepiota</i> sp.		Saprobio	No comestible
Agaricaceae	<i>Lycoperdon perlatum</i>	Pers.	Saprobio	Comestible
Omphalotaceae	<i>Marasmiellus</i> sp.		Saprobio	No comestible
Tricholomataceae	<i>Melanoleuca melaleuca</i>	(Pers.) Murrill	Micorrícico	Comestible
Physalacriaceae	<i>Mucidula mucida</i>	(Schrad.) Pat.	Saprobio	No comestible
Polyporaceae	<i>Neofavolus alveolaris</i>	(DC.) Sotome & T. Hatt.	Saprobio	No comestible
Omphalotaceae	<i>Omphalotus subilludens</i>	(Murrill) H.E. Bigelow	Patógeno	Tóxico
Agaricaceae	<i>Panaeolus antillarum</i>	(Fr.) Dennis	Saprobio	Tóxico
Agaricaceae	<i>Panaeolus papilionaceus</i>	(Bull.) Quéf.	Saprobio	Tóxico
Peniophoraceae	<i>Peniophora albobadia</i>	(Schwein.) Boidin	Saprobio	No comestible
Peniophoraceae	<i>Peniophora</i> sp.		Saprobio	No comestible
Hymenochaetaceae	<i>Phellinus rimosus</i>	(Berk.) Pilát	Patógeno	No comestible
Meruliaceae	<i>Phlebia</i> sp.		Parásito	No comestible

Familia	Especie	Autor	Hábito	Comestibilidad
Sclerodermataceae	<i>Pisolithus arhizus</i>	(Scop.) Rauschert	Micorrícico	Comestible
Pleurotaceae	<i>Pleurotus dryinus</i>	(Pers.) P. Kumm.	Saprobio	Comestible
Pluteaceae	<i>Pluteus</i> sp.		Saprobio	No comestible
Strophariaceae	<i>Protostropharia semiglobata</i>	(Batsch) Redhead, Moncalvo & Vilgalys	Saprobio	Tóxico
Tricholomataceae	<i>Resupinatus alboniger</i>	(Pat.) Singer	Saprobio	No comestible
Rhizopogonaceae	<i>Rhizopogon</i> sp.		Micorrícico	No comestible
Russulaceae	<i>Russula cyanoxantha</i>	(Schaeff.) Fr.	Micorrícico	Comestible
Russulaceae	<i>Russula</i> sp.1		Micorrícico	No comestible
Russulaceae	<i>Russula</i> sp.2		Micorrícico	No comestible
Stemonitidaceae	<i>Stemonitis fusca</i>	Roth	Saprobio	No comestible
Stereaceae	<i>Stereum hirsutum</i>	(Willd.) Pers.	Saprobio	No comestible
Stereaceae	<i>Stereum ostrea</i>	(Blume & T. Nees) Fr.	Saprobio	Tóxico
Stereaceae	<i>Stereum</i> sp.		Saprobio	No comestible
Polyporaceae	<i>Trametes versicolor</i>	(L.) Lloyd	Saprobio	Medicinal
Polyporaceae	<i>Trametes villosa</i>	(Sw.) Kreisel	Saprobio	No comestible
Hymenochaetaceae	<i>Tropicoporus linteus</i>	(Berk. & M.A. Curtis) L.W. Zhou & Y.C. Dai	Parásito	Medicinal
Xylariaceae	<i>Xylaria polymorpha</i>	(Pers.) Grev.	Parásito	Tóxico

Nota: No se recomienda el consumo de los hongos, a menos que se cuente con la orientación de un experto.

Las familias con mayor número de especies fueron Agaricaceae (16), siguiéndole Hymenochaetaceae (7) y en tercer lugar estuvo Polyporaceae (5), el resto de las familias registraron 4 especies o menos (Figura 23).

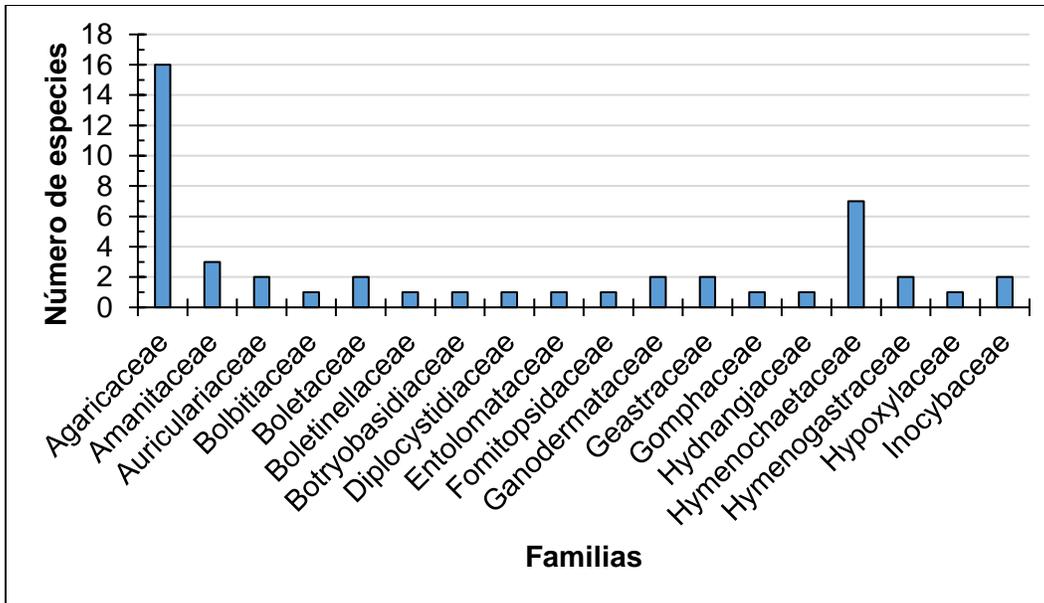


Figura 23. Número de especies de hongos por familia.

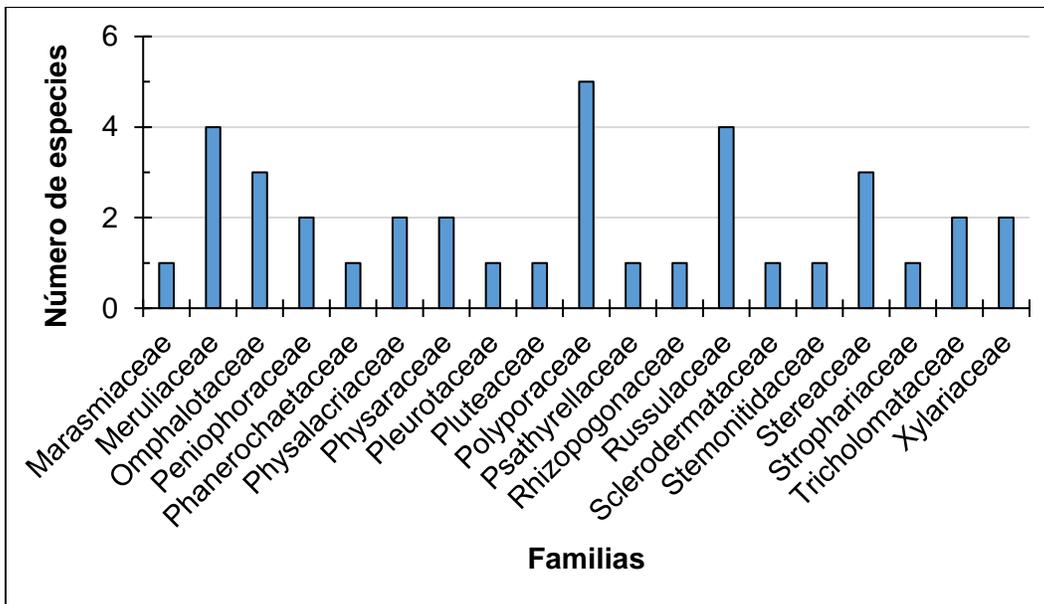


Figura 23 (continuación). Número de especies de hongos por familia.

Los géneros con mayor número de especies fueron: *Agaricus* (5), *Amanita*, *Russula* y *Stereum* (con 3 especies cada una) y por otro lado *Auricularia*, *Bovista*, *Coprinus*, *Fuligo*, *Ganoderma*, *Geastrum*, *Inocybe*, *Inonotus*, *Panaeolus*, *Peniophora* y *Trametes*

(con 2 especies cada una), el resto de los géneros estuvo representado por una sola especie (Figura 24).

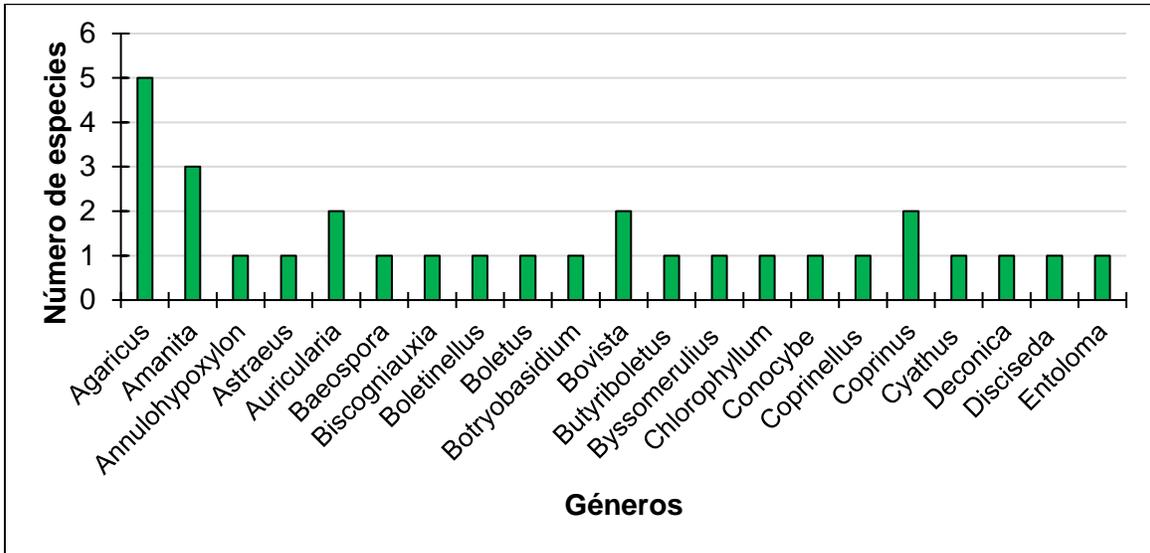


Figura 24. Número de especies de hongos por género.

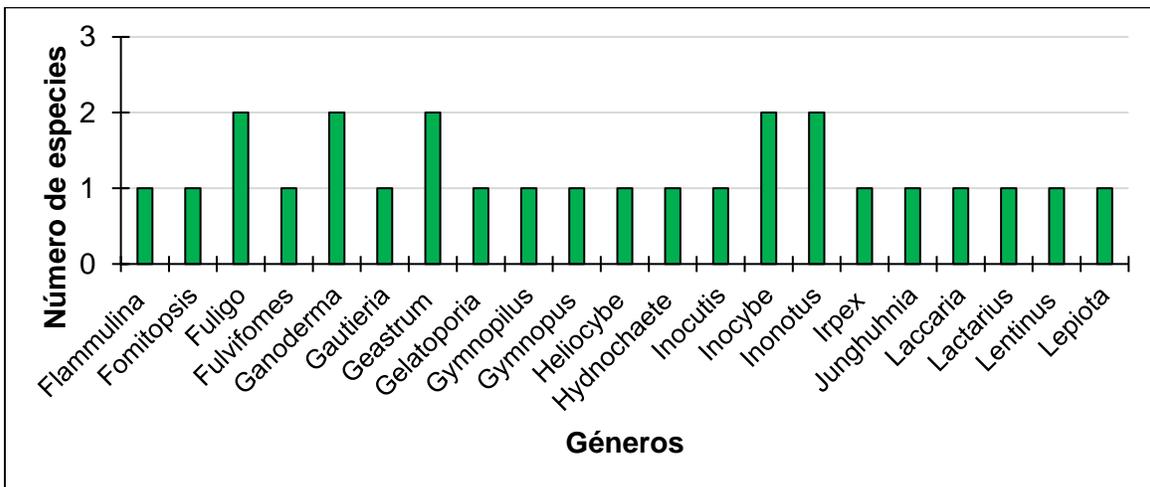


Figura 24 (continuación). Número de especies de hongos por género.

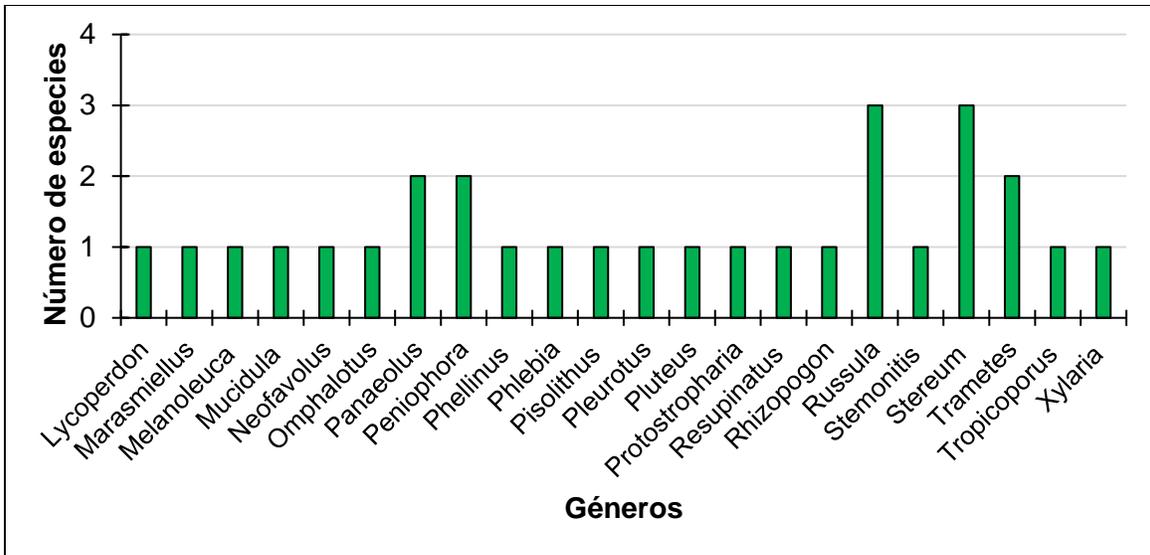


Figura 24 (continuación). Número de especies de hongos por género.

De acuerdo a su hábito de obtención de nutrientes y fuentes de energía, en su mayoría los hongos encontrados en este estudio fueron: saprobios (60%), posteriormente los micorrícicos (21%), seguidos de los parásitos (14%) y los patógenos (5%) (Figura 25).

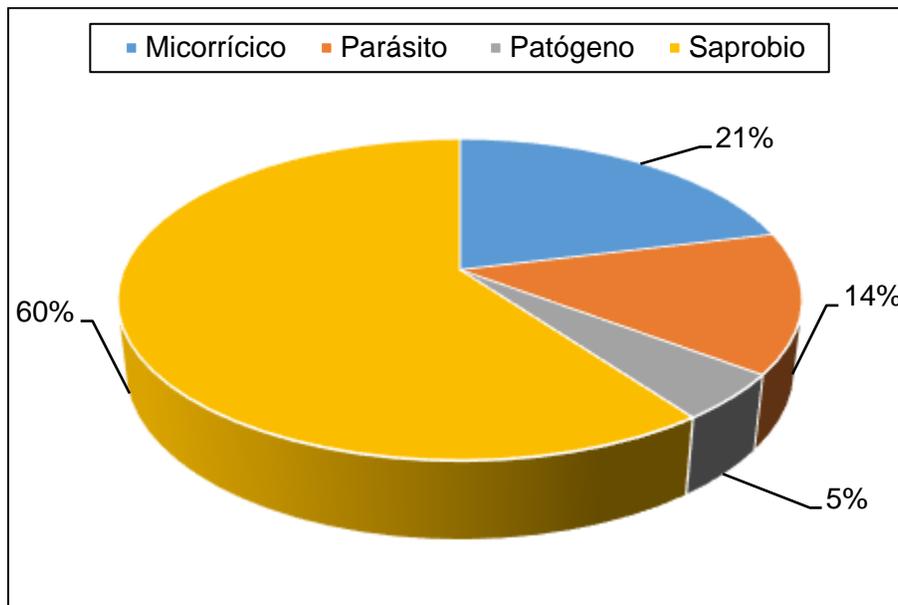


Figura 25. Proporción de las especies fúngicas en relación a su hábito.

Conforme a su comestibilidad, se encontró en orden de mayor a menor que 58% de las especies de hongos son no comestibles, 21% tóxicos, siguiéndole los comestibles con 18% y los medicinales ocupando el 3% (Figura 26).

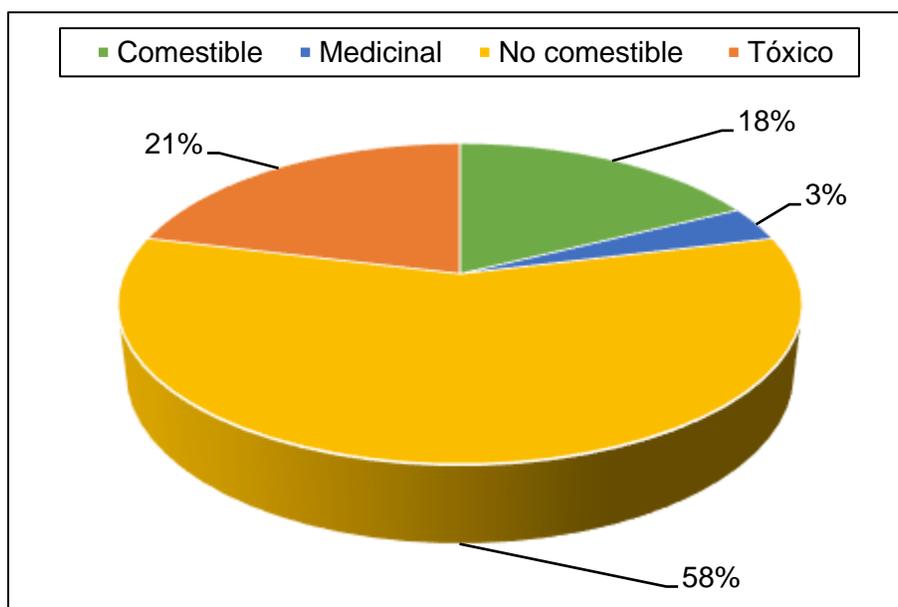


Figura 26. Proporción de las especies fúngicas en relación a su comestibilidad.

Fueron encontradas 15 especies de hongos comestibles, de las cuales ocho son saprobias y siete micorrícicos. También fueron encontrados tres hongos medicinales; *Ganoderma resinaceum*, *Trametes versicolor* y *Tropicoporus linteus*, los cuales tienen los hábitos de patógeno, saprobio y parásito, respectivamente. Se hallaron 49 hongos no comestibles de los cuales 33 son saprobios, 10 parásitos, cuatro micorrícicos y dos patógenos. Se localizaron 18 hongos tóxicos, de los cuales nueve son saprobios, siete micorrícicos, un parásito y un patógeno.

Los hongos encontrados en el Valle de Poanas, Durango fueron 85 especies y se pueden apreciar en las figuras de la 27 a 41, en ellas se aprecian las variedades en cuanto a forma y color de los hongos, cabe destacar que estos organismos se encontraron en las cañadas donde corren los arroyos, en los cuales se concentra la humedad.

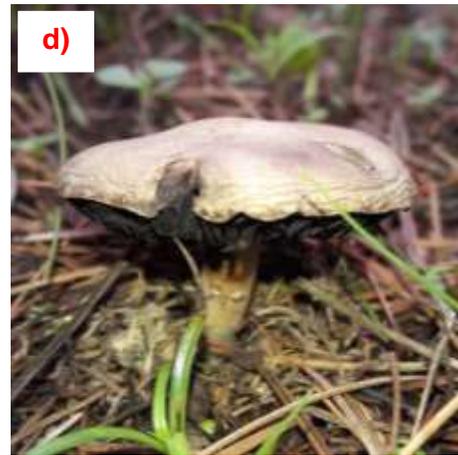


Figura 27. a) *Agaricus campestris*, b) *Agaricus* sp.1, c) *Agaricus* sp.2, d) *Agaricus* sp.3, e) *Agaricus xanthodermus* y f) *Amanita calyptroderma*.



Figura 28. a) *Amanita flavoconia*, b) *Amanita vaginata*, c) *Annulohypoxylon thouarsianum*, d) *Astraeus hygrometricus*, e) *Auricularia mesenterica* y f) *Auricularia nigricans*.



Figura 29. a) *Baeospora* sp., b) *Biscogniauxia atropunctata*, c) *Boletinellus merulioides*, d) *Boletus* sp., e) *Botryobasidium* sp., f) *Bovista* sp.1.



Figura 30. a) *Bovista* sp.2, b) *Butyriboletus frostii*, c) *Byssomerulius incarnatus*, d) *Chlorophyllum* sp., e) *Conocybe apala* y f) *Coprinellus micaceus*.

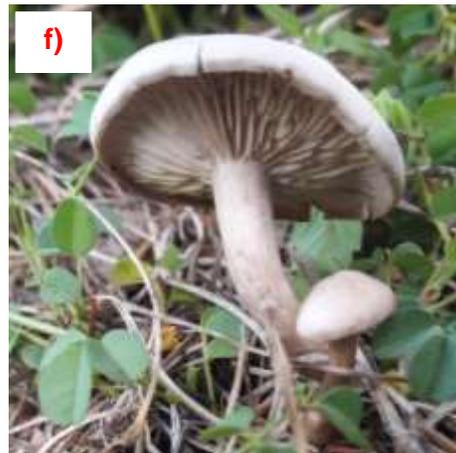
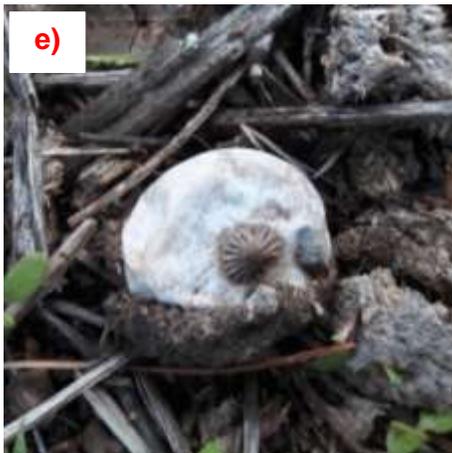


Figura 31. a) *Coprinus comatus*, b) *Coprinus* sp., c) *Cyathus stercoreus*, d) *Deconica coprophila*, e) *Disciseda candida*, f) *Entoloma* sp.

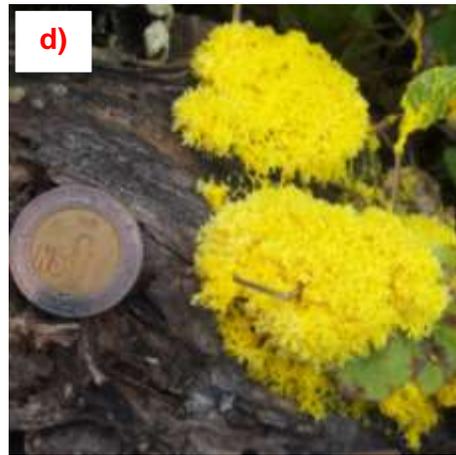


Figura 32. a) *Flammulina velutipes*, b) *Fomitopsis* sp., c) *Fuligo cinerea*, d) *Fuligo septica*, e) *Fulvifomes* sp., f) *Ganoderma curtisii*.



Figura 33. a) *Ganoderma resinaceum*, b) *Gautieria* sp., c) *Geastrum minimum*, d) *Geastrum quadrifidum*, e) *Gelatoporia dichroa* y f) *Gymnopilus* sp.

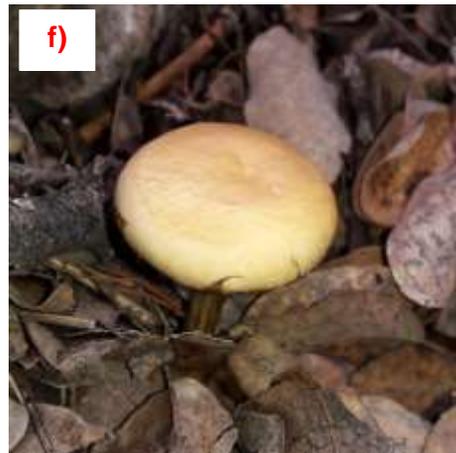


Figura 34. a) *Gymnopus dryophilus*, b) *Heliocybe sulcata*, c) *Hydnochaete* sp., d) *Inocutis jamaicensis*, e) *Inocybe* sp.1, f) *Inocybe* sp.2.

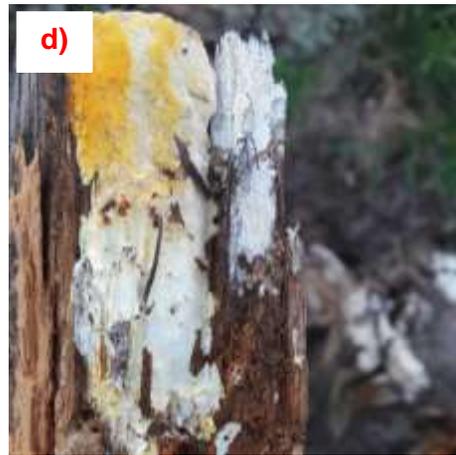
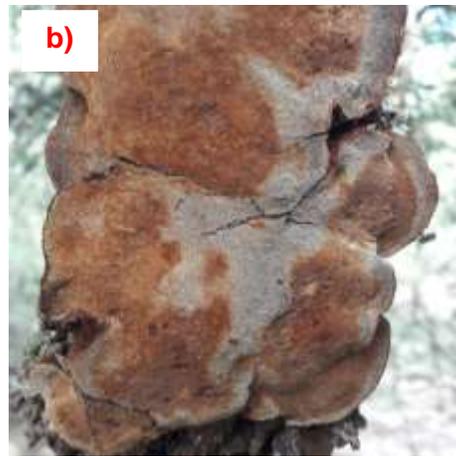


Figura 35. a) *Inonotus glomeratus*, b) *Inonotus* sp., c) *Irpex lacteus*, d) *Junghuhnia* sp., e) *Laccaria laccata*, f) *Lactarius rufus*.



Figura 36. a) *Lentinus arcularius*, b) *Lepiota* sp., c) *Lycoperdon perlatum*, d) *Marasmiellus* sp., e) *Melanoleuca melaleuca*, f) *Mucidula mucida*.



Figura 37. a) *Neofavolus alveolaris*, b) *Omphalotus subilludens*, c) *Panaeolus antillarum*, d) *Panaeolus papilionaceus*, e) *Peniophora* sp., f) *Peniophora albobadia*.

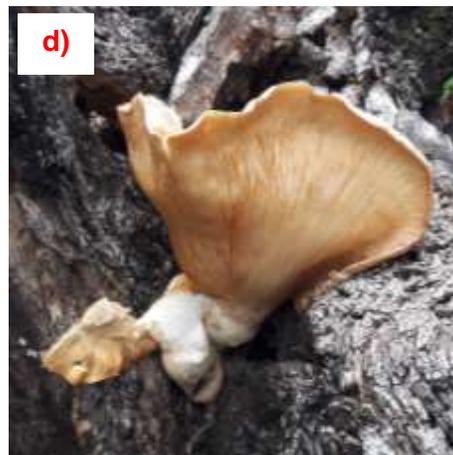
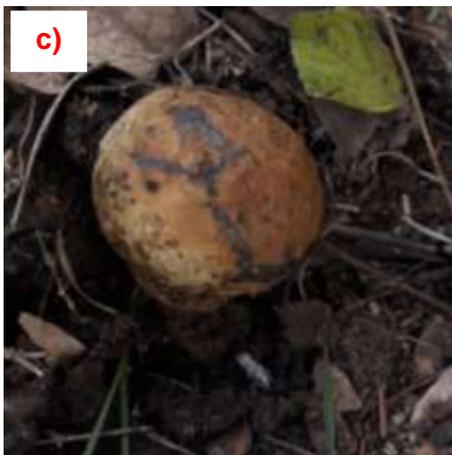


Figura 38. a) *Phellinus rimosus*, b) *Phlebia* sp., c) *Pisolithus arhizus*, d) *Pleurotus dryinus*, e) *Pluteus* sp., f) *Protostropharia semiglobata*.

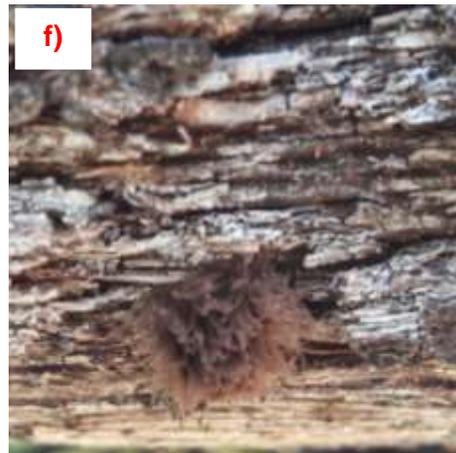


Figura 39. a) *Resupinatus alboniger*, b) *Rhizopogon* sp., c) *Russula cyanoxantha*, d) *Russula* sp.1, e) *Russula* sp.2, f) *Stemonitis fusca*.



Figura 40. a) *Stereum hirsutum*, b) *Stereum ostrea*, c) *Stereum* sp., d) *Trametes versicolor*, e) *Trametes villosa*, f) *Tropicoporus linteus*.



Figura 41. *Xylaria polymorpha*.

6.1.2. Especies y características en los sitios

La existencia de macromicetos fue diferente en las 3 localidades estudiadas, en total en el Valle de Poanas, Durango se presentaron 85 especies, de las cuales 44 están presentes en Cieneguilla, 36 en San Atenógenes y 22 en Veracruz (Cuadro 4).

Cuadro 4. Presencia de las especies por sitio.

Especies	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
<i>Agaricus campestris</i>	+		
<i>Agaricus</i> sp.1		+	
<i>Agaricus</i> sp.2		+	
<i>Agaricus</i> sp.3	+		+
<i>Agaricus xanthodermus</i>	+		
<i>Amanita calyptroderma</i>		+	
<i>Amanita flavoconia</i>			+
<i>Amanita vaginata</i>		+	
<i>Annulohyphoxylon thouarsianum</i>	+		
<i>Astraeus hygrometricus</i>	+	+	
<i>Auricularia mesenterica</i>	+		
<i>Auricularia nigricans</i>	+		
<i>Baeospora</i> sp.		+	
<i>Biscogniauxia atropunctata</i>		+	
<i>Boletinellus merulioides</i>		+	

Especies	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
<i>Boletus</i> sp.		+	
<i>Botryobasidium</i> sp.	+		
<i>Bovista</i> sp.1	+		+
<i>Bovista</i> sp.2			+
<i>Butyriboletus frostii</i>		+	
<i>Byssomerulius incarnatus</i>	+		
<i>Chlorophyllum</i> sp.	+		
<i>Conocybe apala</i>			+
<i>Coprinellus micaceus</i>			+
<i>Coprinus comatus</i>		+	
<i>Coprinus</i> sp.	+		
<i>Cyathus stercoreus</i>			+
<i>Deconica coprophila</i>	+		+
<i>Disciseda candida</i>	+		
<i>Entoloma</i> sp.			+
<i>Flammulina velutipes</i>	+		
<i>Fomitopsis</i> sp.	+		
<i>Fuligo cinerea</i>		+	
<i>Fuligo septica</i>	+		+
<i>Fulvifomes</i> sp.			+
<i>Ganoderma curtisii</i>		+	
<i>Ganoderma resinaceum</i>		+	
<i>Gautieria</i> sp.	+		
<i>Geastrum minimum</i>		+	
<i>Geastrum quadrifidum</i>		+	
<i>Gelatoporia dichroa</i>	+		
<i>Gymnopilus</i> sp.	+		
<i>Gymnopus dryophilus</i>	+		
<i>Heliocybe sulcata</i>	+	+	+
<i>Hydnochaete</i> sp.			+
<i>Inocutis jamaicensis</i>	+		
<i>Inocybe</i> sp.1	+	+	
<i>Inocybe</i> sp.2	+	+	+
<i>Inonotus glomeratus</i>		+	
<i>Inonotus</i> sp.	+		
<i>Irpex lacteus</i>			+
<i>Junghuhnia</i> sp.			+
<i>Laccaria laccata</i>	+	+	
<i>Lactarius rufus</i>	+	+	

Especies	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
<i>Lentinus arcularius</i>	+	+	+
<i>Lepiota</i> sp.	+		
<i>Lycoperdon perlatum</i>		+	
<i>Marasmiellus</i> sp.			+
<i>Melanoleuca melaleuca</i>	+		
<i>Mucidula mucida</i>			+
<i>Neofavolus alveolaris</i>	+		
<i>Omphalotus subilludens</i>	+	+	
<i>Panaeolus antillarum</i>			+
<i>Panaeolus papilionaceus</i>	+		
<i>Peniophora albobadia</i>			+
<i>Peniophora</i> sp.		+	
<i>Phellinus rimosus</i>		+	
<i>Phlebia</i> sp.	+		
<i>Pisolithus arhizus</i>	+		
<i>Pleurotus dryinus</i>		+	
<i>Pluteus</i> sp.	+		
<i>Protostropharia semiglobata</i>	+		
<i>Resupinatus alboniger</i>	+		
<i>Rhizopogon</i> sp.	+	+	
<i>Russula cyanoxantha</i>		+	
<i>Russula</i> sp.1		+	
<i>Russula</i> sp.2		+	
<i>Stemonitis fusca</i>		+	
<i>Stereum hirsutum</i>	+		
<i>Stereum ostrea</i>			+
<i>Stereum</i> sp.		+	
<i>Trametes versicolor</i>	+	+	
<i>Trametes villosa</i>	+		
<i>Tropicoporus linteus</i>		+	
<i>Xylaria polymorpha</i>	+		

Las tres especies que presentaron mayor cantidad de individuos en Cieneguilla fueron *Lentinus arcularius* (13), *Heliocybe sulcata* (9) y *Astraeus hygrometricus* (6). En San Atenógenes fueron *Lentinus arcularius* (12), *Heliocybe sulcata* (9) y *Laccaria laccata* (8), por otro lado, en Veracruz *Deconica coprophila* (5), *Heliocybe sulcata* y *Lentinus arcularius* (con 4 individuos cada una) y en tercer lugar *Conocybe apala* (2) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Número de individuos por especie en los diferentes sitios.

Especies	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
<i>Agaricus campestris</i>	1		
<i>Agaricus</i> sp.1		1	
<i>Agaricus</i> sp.2		2	
<i>Agaricus</i> sp.3	2		1
<i>Agaricus xanthodermus</i>	1		
<i>Amanita calyptroderma</i>		1	
<i>Amanita flavoconia</i>			1
<i>Amanita vaginata</i>		1	
<i>Annulohyphoxylon thouarsianum</i>	2		
<i>Astraeus hygrometricus</i>	6	4	
<i>Auricularia mesenterica</i>	2		
<i>Auricularia nigricans</i>	2		
<i>Baeospora</i> sp.		1	
<i>Biscogniauxia atropunctata</i>		1	
<i>Boletinellus merulioides</i>		3	
<i>Boletus</i> sp.		1	
<i>Botryobasidium</i> sp.	1		
<i>Bovista</i> sp.1	2		1
<i>Bovista</i> sp.2			1
<i>Butyriboletus frostii</i>		1	
<i>Byssomerulius incarnatus</i>	2		
<i>Chlorophyllum</i> sp.	1		
<i>Conocybe apala</i>			2
<i>Coprinellus micaceus</i>			1
<i>Coprinus comatus</i>		1	
<i>Coprinus</i> sp.	4		
<i>Cyathus stercoreus</i>			1
<i>Deconica coprophila</i>	3		5
<i>Disciseda candida</i>	1		
<i>Entoloma</i> sp.			1
<i>Flammulina velutipes</i>	1		
<i>Fomitopsis</i> sp.	1		
<i>Fuligo cinerea</i>		2	
<i>Fuligo septica</i>	1		1
<i>Fulvifomes</i> sp.			1
<i>Ganoderma curtisii</i>		1	

Especies	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
<i>Ganoderma resinaceum</i>		2	
<i>Gautieria</i> sp.	1		
<i>Geastrum minimum</i>		2	
<i>Geastrum quadrifidum</i>		2	
<i>Gelatoporia dichroa</i>	1		
<i>Gymnopilus</i> sp.	1		
<i>Gymnopus dryophilus</i>	1		
<i>Heliocybe sulcata</i>	9	9	4
<i>Hydnochaete</i> sp.			1
<i>Inocutis jamaicensis</i>	1		
<i>Inocybe</i> sp.1	4	3	
<i>Inocybe</i> sp.2	2	2	1
<i>Inonotus glomeratus</i>		1	
<i>Inonotus</i> sp.	2		
<i>Irpex lacteus</i>			1
<i>Junghuhnia</i> sp.			1
<i>Laccaria laccata</i>	3	8	
<i>Lactarius rufus</i>	4	1	
<i>Lentinus arcularius</i>	13	12	4
<i>Lepiota</i> sp.	1		
<i>Lycoperdon perlatum</i>		2	
<i>Marasmiellus</i> sp.			1
<i>Melanoleuca melaleuca</i>	1		
<i>Mucidula mucida</i>			1
<i>Neofavolus alveolaris</i>	1		
<i>Omphalotus subilludens</i>	4	4	
<i>Panaeolus antillarum</i>			1
<i>Panaeolus papilionaceus</i>	2		
<i>Peniophora albobadia</i>			1
<i>Peniophora</i> sp.		1	
<i>Phellinus rimosus</i>		1	
<i>Phlebia</i> sp.	1		
<i>Pisolithus arhizus</i>	1		
<i>Pleurotus dryinus</i>		1	
<i>Pluteus</i> sp.	1		
<i>Protostropharia semiglobata</i>	1		
<i>Resupinatus alboniger</i>	1		
<i>Rhizopogon</i> sp.	1	1	
<i>Russula cyanoxantha</i>		2	

Especies	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
<i>Russula</i> sp.1		1	
<i>Russula</i> sp.2		1	
<i>Stemonitis fusca</i>		1	
<i>Stereum hirsutum</i>	1		
<i>Stereum ostrea</i>			1
<i>Stereum</i> sp.		1	
<i>Trametes versicolor</i>	1	3	
<i>Trametes villosa</i>	2		
<i>Tropicoporus linteus</i>		1	
<i>Xylaria polymorpha</i>	1		

En el sitio 1 se presentaron 44 especies. Las cifras de sus hábitos fueron: saprobios (27), micorrícicos (9), parásitos (6) y patógenos (2) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Presencia de las especies y hábito en el sitio 1.

Sitio 1				
Especies	Micorrícico	Parásito	Patógeno	Saprobio
<i>Agaricus campestris</i>				+
<i>Agaricus</i> sp.1				
<i>Agaricus</i> sp.2				
<i>Agaricus</i> sp.3				+
<i>Agaricus xanthodermus</i>				+
<i>Amanita calyptroderma</i>				
<i>Amanita flavoconia</i>				
<i>Amanita vaginata</i>				
<i>Annulohyoxylon thouarsianum</i>		+		
<i>Astraeus hygrometricus</i>	+			
<i>Auricularia mesenterica</i>				+
<i>Auricularia nigricans</i>				+
<i>Baeospora</i> sp.				
<i>Biscogniauxia atropunctata</i>				
<i>Boletinellus merulioides</i>				
<i>Boletus</i> sp.				
<i>Botryobasidium</i> sp.		+		

Sitio 1				
Especies	Micorrícico	Parásito	Patógeno	Saprobio
<i>Bovista</i> sp.1				+
<i>Bovista</i> sp.2				
<i>Butyriboletus frostii</i>				
<i>Byssomerulius incarnatus</i>				+
<i>Chlorophyllum</i> sp.				+
<i>Conocybe apala</i>				
<i>Coprinellus micaceus</i>				
<i>Coprinus comatus</i>				
<i>Coprinus</i> sp.				+
<i>Cyathus stercoreus</i>				
<i>Deconica coprophila</i>				+
<i>Disciseda candida</i>				+
<i>Entoloma</i> sp.				
<i>Flammulina velutipes</i>				+
<i>Fomitopsis</i> sp.		+		
<i>Fuligo cinerea</i>				
<i>Fuligo septica</i>				+
<i>Fulvifomes</i> sp.				
<i>Ganoderma curtisii</i>				
<i>Ganoderma resinaceum</i>				
<i>Gautieria</i> sp.	+			
<i>Geastrum minimum</i>				
<i>Geastrum quadrifidum</i>				
<i>Gelatoporia dichroa</i>				+
<i>Gymnopilus</i> sp.				+
<i>Gymnopus dryophilus</i>				+
<i>Heliocybe sulcata</i>				+
<i>Hydnochaete</i> sp.				
<i>Inocutis jamaicensis</i>			+	
<i>Inocybe</i> sp.1	+			
<i>Inocybe</i> sp.2	+			
<i>Inonotus glomeratus</i>				
<i>Inonotus</i> sp.		+		
<i>Irpex lacteus</i>				
<i>Junghuhnia</i> sp.				
<i>Laccaria laccata</i>	+			
<i>Lactarius rufus</i>	+			
<i>Lentinus arcularius</i>				+

Sitio 1				
Especies	Micorrícico	Parásito	Patógeno	Saprobio
<i>Lepiota</i> sp.				+
<i>Lycoperdon perlatum</i>				
<i>Marasmiellus</i> sp.				
<i>Melanoleuca melaleuca</i>	+			
<i>Mucidula mucida</i>				
<i>Neofavolus alveolaris</i>				+
<i>Omphalotus subilludens</i>			+	
<i>Panaeolus antillarum</i>				
<i>Panaeolus papilionaceus</i>				+
<i>Peniophora albobadia</i>				
<i>Peniophora</i> sp.				
<i>Phellinus rimosus</i>				
<i>Phlebia</i> sp.		+		
<i>Pisolithus arhizus</i>	+			
<i>Pleurotus dryinus</i>				
<i>Pluteus</i> sp.				+
<i>Protostropharia semiglobata</i>				+
<i>Resupinatus alboniger</i>				+
<i>Rhizopogon</i> sp.	+			
<i>Russula cyanoxantha</i>				
<i>Russula</i> sp.1				
<i>Russula</i> sp.2				
<i>Stemonitis fusca</i>				
<i>Stereum hirsutum</i>				+
<i>Stereum ostrea</i>				
<i>Stereum</i> sp.				
<i>Trametes versicolor</i>				+
<i>Trametes villosa</i>				+
<i>Tropicoporus linteus</i>				
<i>Xylaria polymorpha</i>		+		

El sitio 2, contó con 36 especies y las cantidades de sus hábitos en orden descendente fueron; saprobios (15), micorrícicos (14), parásitos (4) y patógenos (3) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Presencia de las especies y hábito en el sitio 2.

Sitio 2				
Especies	Micorrícico	Parásito	Patógeno	Saprobio
<i>Agaricus campestris</i>				
<i>Agaricus</i> sp.1				+
<i>Agaricus</i> sp.2				+
<i>Agaricus</i> sp.3				
<i>Agaricus xanthodermus</i>				
<i>Amanita calyptroderma</i>	+			
<i>Amanita flavoconia</i>				
<i>Amanita vaginata</i>	+			
<i>Annulohyphoxylon thouarsianum</i>				
<i>Astraeus hygrometricus</i>	+			
<i>Auricularia mesenterica</i>				
<i>Auricularia nigricans</i>				
<i>Baeospora</i> sp.				+
<i>Biscogniauxia atropunctata</i>		+		
<i>Boletinus merulioides</i>	+			
<i>Boletus</i> sp.	+			
<i>Botryobasidium</i> sp.				
<i>Bovista</i> sp.1				
<i>Bovista</i> sp.2				
<i>Butyriboletus frostii</i>	+			
<i>Byssomerulius incarnatus</i>				
<i>Chlorophyllum</i> sp.				
<i>Conocybe apala</i>				
<i>Coprinellus micaceus</i>				
<i>Coprinus comatus</i>				+
<i>Coprinus</i> sp.				
<i>Cyathus stercoreus</i>				
<i>Deconica coprophila</i>				
<i>Disciseda candida</i>				
<i>Entoloma</i> sp.				
<i>Flammulina velutipes</i>				
<i>Fomitopsis</i> sp.				
<i>Fuligo cinerea</i>				+
<i>Fuligo septica</i>				
<i>Fulvifomes</i> sp.				
<i>Ganoderma curtisii</i>		+		

Sitio 2				
Especies	Micorrícico	Parásito	Patógeno	Saprobio
<i>Ganoderma resinaceum</i>			+	
<i>Gautieria</i> sp.				
<i>Geastrum minimum</i>				+
<i>Geastrum quadrifidum</i>				+
<i>Gelatoporia dichroa</i>				
<i>Gymnopilus</i> sp.				
<i>Gymnopus dryophilus</i>				
<i>Heliocybe sulcata</i>				+
<i>Hydnochaete</i> sp.				
<i>Inocutis jamaicensis</i>				
<i>Inocybe</i> sp.1	+			
<i>Inocybe</i> sp.2	+			
<i>Inonotus glomeratus</i>		+		
<i>Inonotus</i> sp.				
<i>Irpex lacteus</i>				
<i>Junghuhnia</i> sp.				
<i>Laccaria laccata</i>	+			
<i>Lactarius rufus</i>	+			
<i>Lentinus arcularius</i>				+
<i>Lepiota</i> sp.				
<i>Lycoperdon perlatum</i>				+
<i>Marasmiellus</i> sp.				
<i>Melanoleuca melaleuca</i>				
<i>Mucidula mucida</i>				
<i>Neofavolus alveolaris</i>				
<i>Omphalotus subilludens</i>			+	
<i>Panaeolus antillarum</i>				
<i>Panaeolus papilionaceus</i>				
<i>Peniophora albobadia</i>				
<i>Peniophora</i> sp.				+
<i>Phellinus rimosus</i>			+	
<i>Phlebia</i> sp.				
<i>Pisolithus arhizus</i>				
<i>Pleurotus dryinus</i>				+
<i>Pluteus</i> sp.				
<i>Protostropharia semiglobata</i>				
<i>Resupinatus alboniger</i>				
<i>Rhizopogon</i> sp.	+			

Sitio 2				
Especies	Micorrícico	Parásito	Patógeno	Saprobio
<i>Russula cyanoxantha</i>	+			
<i>Russula</i> sp.1	+			
<i>Russula</i> sp.2	+			
<i>Stemonitis fusca</i>				+
<i>Stereum hirsutum</i>				
<i>Stereum ostrea</i>				
<i>Stereum</i> sp.				+
<i>Trametes versicolor</i>				+
<i>Trametes villosa</i>				
<i>Tropicoporus linteus</i>		+		
<i>Xylaria polymorpha</i>				

El sitio 3 contó con 22 especies y de acuerdo al hábito fueron: saprobios (18) y micorrícicos y parásitos (con 2 especies cada uno) (Cuadro 8).

Cuadro 8. Presencia de las especies y hábito en el sitio 3.

Sitio 3				
Especies	Micorrícico	Parásito	Patógeno	Saprobio
<i>Agaricus campestris</i>				
<i>Agaricus</i> sp.1				
<i>Agaricus</i> sp.2				
<i>Agaricus</i> sp.3				+
<i>Agaricus xanthodermus</i>				
<i>Amanita calyptroderma</i>				
<i>Amanita flavoconia</i>	+			
<i>Amanita vaginata</i>				
<i>Annulohyoxylon thouarsianum</i>				
<i>Astraeus hygrometricus</i>				
<i>Auricularia mesenterica</i>				
<i>Auricularia nigricans</i>				

Sitio 3				
Especies	Micorrícico	Parásito	Patógeno	Saprobio
<i>Baeospora</i> sp.				
<i>Biscogniauxia atropunctata</i>				
<i>Boletinus merulioides</i>				
<i>Boletus</i> sp.				
<i>Botryobasidium</i> sp.				
<i>Bovista</i> sp.1				+
<i>Bovista</i> sp.2				+
<i>Butyriboletus frostii</i>				
<i>Byssomerulius incarnatus</i>				
<i>Chlorophyllum</i> sp.				
<i>Conocybe apala</i>				+
<i>Coprinellus micaceus</i>				+
<i>Coprinus comatus</i>				
<i>Coprinus</i> sp.				
<i>Cyathus stercoreus</i>				+
<i>Deconica coprophila</i>				+
<i>Disciseda candida</i>				
<i>Entoloma</i> sp.				+
<i>Flammulina velutipes</i>				
<i>Fomitopsis</i> sp.				
<i>Fuligo cinerea</i>				
<i>Fuligo septica</i>				+
<i>Fulvifomes</i> sp.		+		
<i>Ganoderma curtisii</i>				
<i>Ganoderma resinaceum</i>				
<i>Gautieria</i> sp.				
<i>Geastrum minimum</i>				
<i>Geastrum quadrifidum</i>				
<i>Gelatoporia dichroa</i>				

Sitio 3				
Especies	Micorrícico	Parásito	Patógeno	Saprobio
<i>Gymnopilus</i> sp.				
<i>Gymnopus dryophilus</i>				
<i>Heliocybe sulcata</i>				+
<i>Hydnochaete</i> sp.				+
<i>Inocutis jamaicensis</i>				
<i>Inocybe</i> sp.1				
<i>Inocybe</i> sp.2	+			
<i>Inonotus glomeratus</i>				
<i>Inonotus</i> sp.				
<i>Irpex lacteus</i>		+		
<i>Junghuhnia</i> sp.				+
<i>Laccaria laccata</i>				
<i>Lactarius rufus</i>				
<i>Lentinus arcularius</i>				+
<i>Lepiota</i> sp.				
<i>Lycoperdon perlatum</i>				
<i>Marasmiellus</i> sp.				+
<i>Melanoleuca melaleuca</i>				
<i>Mucidula mucida</i>				+
<i>Neofavolus alveolaris</i>				
<i>Omphalotus subilludens</i>				
<i>Panaeolus antillarum</i>				+
<i>Panaeolus papilionaceus</i>				
<i>Peniophora albobadia</i>				+
<i>Peniophora</i> sp.				
<i>Phellinus rimosus</i>				
<i>Phlebia</i> sp.				
<i>Pisolithus arhizus</i>				
<i>Pleurotus dryinus</i>				

Sitio 3				
Especies	Micorrízico	Parásito	Patógeno	Saprobio
<i>Pluteus</i> sp.				
<i>Protostropharia semiglobata</i>				
<i>Resupinatus alboniger</i>				
<i>Rhizopogon</i> sp.				
<i>Russula cyanoxantha</i>				
<i>Russula</i> sp.1				
<i>Russula</i> sp.2				
<i>Stemonitis fusca</i>				
<i>Stereum hirsutum</i>				
<i>Stereum ostrea</i>				+
<i>Stereum</i> sp.				
<i>Trametes versicolor</i>				
<i>Trametes villosa</i>				
<i>Tropicoporus linteus</i>				
<i>Xylaria polymorpha</i>				

Para el sitio 1 estuvieron presentes 44 especies. En cuanto a comestibilidad, 23 fueron no comestibles, 11 tóxicas, 9 comestibles y 1 medicinal (Cuadro 9).

Cuadro 9. Presencia de las especies y comestibilidad en el sitio 1.

Sitio 1				
Especies	Comestible	Medicinal	No comestible	Tóxico
<i>Agaricus campestris</i>	+			
<i>Agaricus</i> sp.1				
<i>Agaricus</i> sp.2				
<i>Agaricus</i> sp.3			+	

Sitio 1				
Especies	Comestible	Medicinal	No comestible	Tóxico
<i>Agaricus xanthodermus</i>				+
<i>Amanita calyptroderma</i>				
<i>Amanita flavoconia</i>				
<i>Amanita vaginata</i>				
<i>Annulohyphoxylon thouarsianum</i>			+	
<i>Astraeus hygrometricus</i>				+
<i>Auricularia mesenterica</i>	+			
<i>Auricularia nigricans</i>	+			
<i>Baeospora</i> sp.				
<i>Biscogniauxia atropunctata</i>				
<i>Boletinellus merulioides</i>				
<i>Boletus</i> sp.				
<i>Botryobasidium</i> sp.			+	
<i>Bovista</i> sp.1			+	
<i>Bovista</i> sp.2				
<i>Butyriboletus frostii</i>				
<i>Byssomerulius incarnatus</i>			+	
<i>Chlorophyllum</i> sp.				+
<i>Conocybe apala</i>				
<i>Coprinellus micaceus</i>				
<i>Coprinus comatus</i>				
<i>Coprinus</i> sp.			+	
<i>Cyathus stercoreus</i>				
<i>Deconica coprophila</i>				+
<i>Disciseda candida</i>			+	
<i>Entoloma</i> sp.				
<i>Flammulina velutipes</i>	+			
<i>Fomitopsis</i> sp.			+	

Sitio 1				
Especies	Comestible	Medicinal	No comestible	Tóxico
<i>Fuligo cinerea</i>				
<i>Fuligo septica</i>			+	
<i>Fulvifomes</i> sp.				
<i>Ganoderma curtisii</i>				
<i>Ganoderma resinaceum</i>				
<i>Gautieria</i> sp.	+			
<i>Geastrum minimum</i>				
<i>Geastrum quadrifidum</i>				
<i>Gelatoporia dichroa</i>			+	
<i>Gymnopilus</i> sp.			+	
<i>Gymnopus dryophilus</i>	+			
<i>Heliocybe sulcata</i>			+	
<i>Hydnochaete</i> sp.				
<i>Inocutis jamaicensis</i>			+	
<i>Inocybe</i> sp.1				+
<i>Inocybe</i> sp.2				+
<i>Inonotus glomeratus</i>				
<i>Inonotus</i> sp.			+	
<i>Irpex lacteus</i>				
<i>Junghuhnia</i> sp.				
<i>Laccaria laccata</i>	+			
<i>Lactarius rufus</i>				+
<i>Lentinus arcularius</i>			+	
<i>Lepiota</i> sp.			+	
<i>Lycoperdon perlatum</i>				
<i>Marasmiellus</i> sp.				
<i>Melanoleuca melaleuca</i>	+			
<i>Mucidula mucida</i>				
<i>Neofavolus alveolaris</i>			+	

Sitio 1				
Especies	Comestible	Medicinal	No comestible	Tóxico
<i>Omphalotus subilludens</i>				+
<i>Panaeolus antillarum</i>				
<i>Panaeolus papilionaceus</i>				+
<i>Peniophora albobadia</i>				
<i>Peniophora</i> sp.				
<i>Phellinus rimosus</i>				
<i>Phlebia</i> sp.			+	
<i>Pisolithus arhizus</i>	+			
<i>Pleurotus dryinus</i>				
<i>Pluteus</i> sp.			+	
<i>Protostropharia semiglobata</i>				+
<i>Resupinatus alboniger</i>			+	
<i>Rhizopogon</i> sp.			+	
<i>Russula cyanoxantha</i>				
<i>Russula</i> sp.1				
<i>Russula</i> sp.2				
<i>Stemonitis fusca</i>				
<i>Stereum hirsutum</i>			+	
<i>Stereum ostrea</i>				
<i>Stereum</i> sp.				
<i>Trametes versicolor</i>		+		
<i>Trametes villosa</i>			+	
<i>Tropicoporus linteus</i>				
<i>Xylaria polymorpha</i>				+

El sitio 2 contó con 36 especies, de las que se tuvieron 17 no comestibles, 8 tóxicas, 8 comestibles y 3 medicinales (Cuadro 10).

Cuadro 10. Presencia de las especies y comestibilidad en el sitio 2.

Sitio 2				
Especies	Comestible	Medicinal	No comestible	Tóxico
<i>Agaricus campestris</i>				
<i>Agaricus</i> sp.1			+	
<i>Agaricus</i> sp.2			+	
<i>Agaricus</i> sp.3				
<i>Agaricus xanthodermus</i>				
<i>Amanita calyptroderma</i>				+
<i>Amanita flavoconia</i>				
<i>Amanita vaginata</i>				+
<i>Annulohyphoxylon thouarsianum</i>				
<i>Astraeus hygrometricus</i>				+
<i>Auricularia mesenterica</i>				
<i>Auricularia nigricans</i>				
<i>Baeospora</i> sp.				+
<i>Biscogniauxia atropunctata</i>			+	
<i>Boletinellus merulioides</i>	+			
<i>Boletus</i> sp.	+			
<i>Botryobasidium</i> sp.				
<i>Bovista</i> sp.1				
<i>Bovista</i> sp.2				
<i>Butyriboletus frostii</i>	+			
<i>Byssomerulius incarnatus</i>				
<i>Chlorophyllum</i> sp.				
<i>Conocybe apala</i>				
<i>Coprinellus micaceus</i>				
<i>Coprinus comatus</i>	+			
<i>Coprinus</i> sp.				
<i>Cyathus stercoreus</i>				
<i>Deconica coprophila</i>				
<i>Disciseda candida</i>				
<i>Entoloma</i> sp.				
<i>Flammulina velutipes</i>				
<i>Fomitopsis</i> sp.				
<i>Fuligo cinerea</i>			+	
<i>Fuligo septica</i>				

Sitio 2				
Especies	Comestible	Medicinal	No comestible	Tóxico
<i>Fulvifomes</i> sp.				
<i>Ganoderma curtisii</i>			+	
<i>Ganoderma resinaceum</i>		+		
<i>Gautieria</i> sp.				
<i>Geastrum minimum</i>			+	
<i>Geastrum quadrifidum</i>			+	
<i>Gelatoporia dichroa</i>				
<i>Gymnopilus</i> sp.				
<i>Gymnopus dryophilus</i>				
<i>Heliocybe sulcata</i>			+	
<i>Hydnochaete</i> sp.				
<i>Inocutis jamaicensis</i>				
<i>Inocybe</i> sp.1				+
<i>Inocybe</i> sp.2				+
<i>Inonotus glomeratus</i>			+	
<i>Inonotus</i> sp.				
<i>Irpex lacteus</i>				
<i>Junghuhnia</i> sp.				
<i>Laccaria laccata</i>	+			
<i>Lactarius rufus</i>				+
<i>Lentinus arcularius</i>			+	
<i>Lepiota</i> sp.				
<i>Lycoperdon perlatum</i>	+			
<i>Marasmiellus</i> sp.				
<i>Melanoleuca melaleuca</i>				
<i>Mucidula mucida</i>				
<i>Neofavolus alveolaris</i>				
<i>Omphalotus subilludens</i>				+
<i>Panaeolus antillarum</i>				
<i>Panaeolus papilionaceus</i>				
<i>Peniophora albobadia</i>				
<i>Peniophora</i> sp.			+	
<i>Phellinus rimosus</i>			+	
<i>Phlebia</i> sp.				
<i>Pisolithus arhizus</i>				
<i>Pleurotus dryinus</i>	+			
<i>Pluteus</i> sp.				
<i>Protostropharia semiglobata</i>				

Sitio 2				
Especies	Comestible	Medicinal	No comestible	Tóxico
<i>Resupinatus alboniger</i>				
<i>Rhizopogon</i> sp.			+	
<i>Russula cyanoxantha</i>	+			
<i>Russula</i> sp.1			+	
<i>Russula</i> sp.2			+	
<i>Stemonitis fusca</i>			+	
<i>Stereum hirsutum</i>				
<i>Stereum ostrea</i>				
<i>Stereum</i> sp.			+	
<i>Trametes versicolor</i>		+		
<i>Trametes villosa</i>				
<i>Tropicoporus linteus</i>		+		
<i>Xylaria polymorpha</i>				

El sitio 3 contó con 22 especies, las cuales se agrupan en 16 no comestibles y 6 tóxicas (Cuadro 11).

Cuadro 11. Presencia de las especies y comestibilidad en el sitio 3.

Sitio 3				
Especies	Comestible	Medicinal	No comestible	Tóxico
<i>Agaricus campestris</i>				
<i>Agaricus</i> sp.1				
<i>Agaricus</i> sp.2				
<i>Agaricus</i> sp.3			+	
<i>Agaricus xanthodermus</i>				
<i>Amanita calyptroderma</i>				
<i>Amanita flavoconia</i>				+
<i>Amanita vaginata</i>				
<i>Annulohyoxylon thouarsianum</i>				

Sitio 3				
Especies	Comestible	Medicinal	No comestible	Tóxico
<i>Astraeus hygrometricus</i>				
<i>Auricularia mesenterica</i>				
<i>Auricularia nigricans</i>				
<i>Baeospora</i> sp.				
<i>Biscogniauxia atropunctata</i>				
<i>Boletinellus merulioides</i>				
<i>Boletus</i> sp.				
<i>Botryobasidium</i> sp.				
<i>Bovista</i> sp.1			+	
<i>Bovista</i> sp.2			+	
<i>Butyriboletus frostii</i>				
<i>Byssomerulius incarnatus</i>				
<i>Chlorophyllum</i> sp.				
<i>Conocybe apala</i>			+	
<i>Coprinellus micaceus</i>			+	
<i>Coprinus comatus</i>				
<i>Coprinus</i> sp.				
<i>Cyathus stercoreus</i>			+	
<i>Deconica coprophila</i>				+
<i>Disciseda candida</i>				
<i>Entoloma</i> sp.				+
<i>Flammulina velutipes</i>				
<i>Fomitopsis</i> sp.				
<i>Fuligo cinerea</i>				
<i>Fuligo septica</i>			+	
<i>Fulvifomes</i> sp.			+	
<i>Ganoderma curtisii</i>				
<i>Ganoderma resinaceum</i>				
<i>Gautieria</i> sp.				

Sitio 3				
Especies	Comestible	Medicinal	No comestible	Tóxico
<i>Geastrum minimum</i>				
<i>Geastrum quadrifidum</i>				
<i>Gelatoporia dichroa</i>				
<i>Gymnopilus</i> sp.				
<i>Gymnopus dryophilus</i>				
<i>Heliocybe sulcata</i>			+	
<i>Hydnochaete</i> sp.			+	
<i>Inocutis jamaicensis</i>				
<i>Inocybe</i> sp.1				
<i>Inocybe</i> sp.2				+
<i>Inonotus glomeratus</i>				
<i>Inonotus</i> sp.				
<i>Irpex lacteus</i>			+	
<i>Junghuhnia</i> sp.			+	
<i>Laccaria laccata</i>				
<i>Lactarius rufus</i>				
<i>Lentinus arcularius</i>			+	
<i>Lepiota</i> sp.				
<i>Lycoperdon perlatum</i>				
<i>Marasmiellus</i> sp.			+	
<i>Melanoleuca melaleuca</i>				
<i>Mucidula mucida</i>			+	
<i>Neofavolus alveolaris</i>				
<i>Omphalotus subilludens</i>				
<i>Panaeolus antillarum</i>				+
<i>Panaeolus papilionaceus</i>				
<i>Peniophora albobadia</i>			+	
<i>Peniophora</i> sp.				
<i>Phellinus rimosus</i>				

Sitio 3				
Especies	Comestible	Medicinal	No comestible	Tóxico
<i>Phlebia</i> sp.				
<i>Pisolithus arhizus</i>				
<i>Pleurotus dryinus</i>				
<i>Pluteus</i> sp.				
<i>Protostropharia semiglobata</i>				
<i>Resupinatus alboniger</i>				
<i>Rhizopogon</i> sp.				
<i>Russula cyanoxantha</i>				
<i>Russula</i> sp.1				
<i>Russula</i> sp.2				
<i>Stemonitis fusca</i>				
<i>Stereum hirsutum</i>				
<i>Stereum ostrea</i>				+
<i>Stereum</i> sp.				
<i>Trametes versicolor</i>				
<i>Trametes villosa</i>				
<i>Tropicoporus linteus</i>				
<i>Xylaria polymorpha</i>				

6.2. Vegetación y producción de hongos en el bosque

6.2.1. Producción en los tres sitios

La producción total de esporomas fue de 8,076 g de peso fresco y 2,846.13 g de peso seco. El sitio 2 fue en el que más producción de peso fresco y seco hubo 6,419 g y 2,188.16 g, respectivamente. Le sigue el sitio 1, con 1,580 y 621.97 g, y posteriormente el sitio 3, con 77 y 36 g (Figura 42).

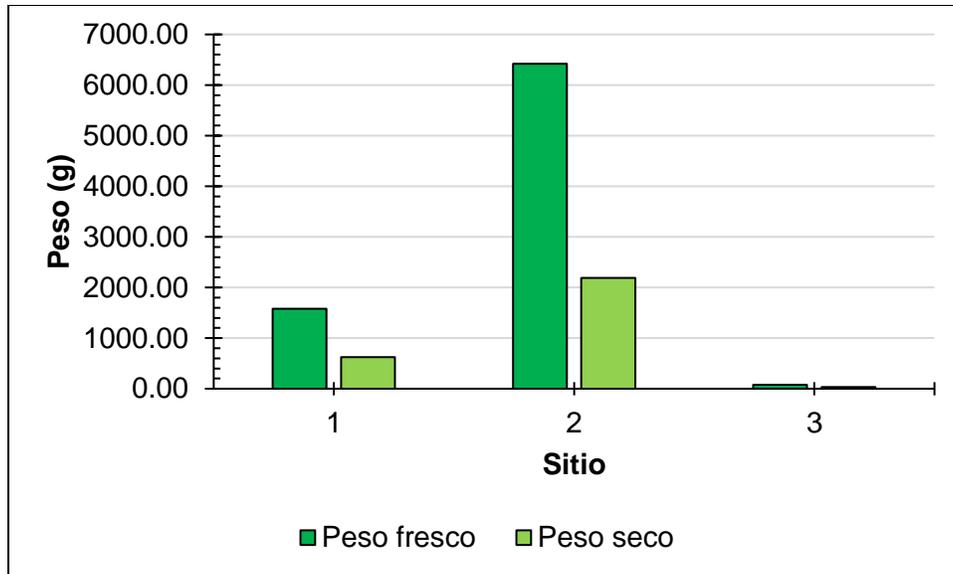


Figura 42. Producción de los hongos por sitio.

6.2.2. Vegetación y producción por parcela

En la comunidad de Cieneguilla las especies botánicas arbóreas fueron: encino (*Quercus* spp.), huizache (*Acacia* sp.) y pino (*Pinus* spp.). La parcela 1 de esta comunidad tuvo una densidad de 33 árboles, de los cuales 20 pertenecen al género *Pinus*, 8 a *Quercus* y 5 a *Acacia*; la altura de los árboles varió entre 0.5 a 4.55 m, con una cobertura de copas entre 0.19 a 38.37 m². La cobertura total de la vegetación fue de 228.34 m², el diámetro a la altura del pecho de los árboles fue de entre 1 a 23 cm (Figura 43). Se presentaron 5 especies de hongos, de las cuales las que tuvieron más individuos fueron *Heliocybe sulcata* (5), *Lentinus arcularius* (3) y en tercer lugar *Astraeus hygrometricus* (2) (Figura 44). Las especies que presentaron mayor producción fueron *Gelatoporia dichroa* (con 252 g de peso fresco, PF, y 190 g de peso seco, PS), luego *Lentinus arcularius* (con 104 PF y 28 g PS) y en tercer lugar *Astraeus hygrometricus* con 23 PF y 14 g PS. La producción total fue de 408 y 246.17 g de peso fresco y peso seco, respectivamente (Figura 45).

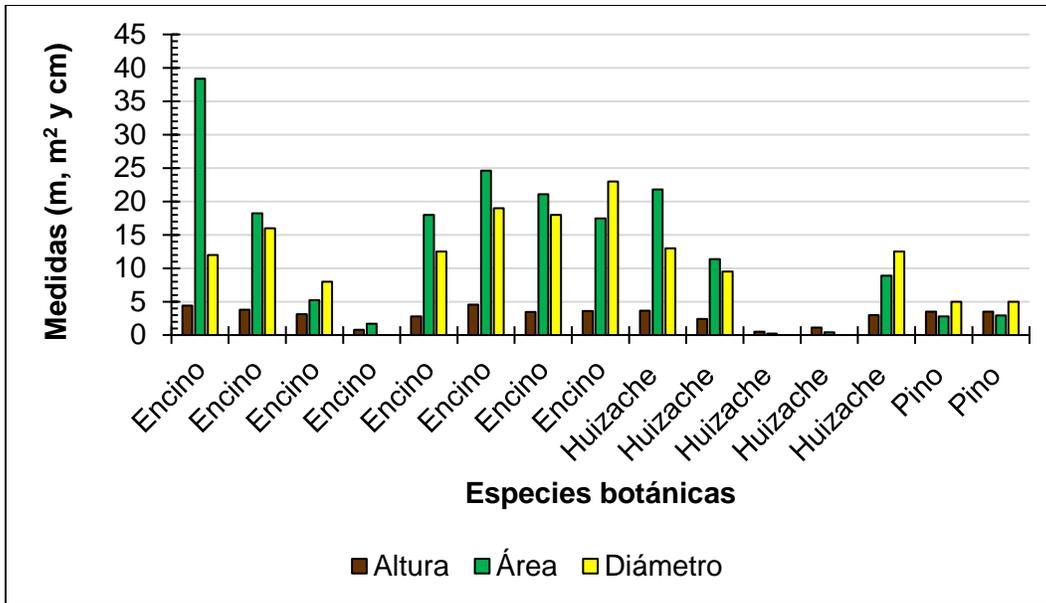


Figura 43. Características del arbolado en la parcela 1 de Cieneguilla.

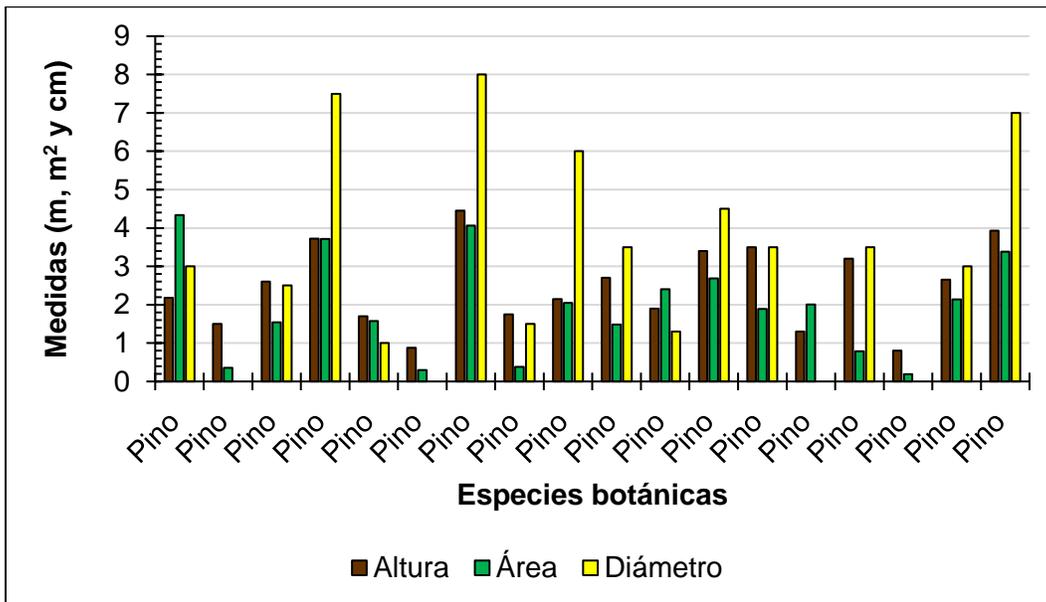


Figura 43 (continuación). Características del arbolado en la parcela 1 de Cieneguilla.

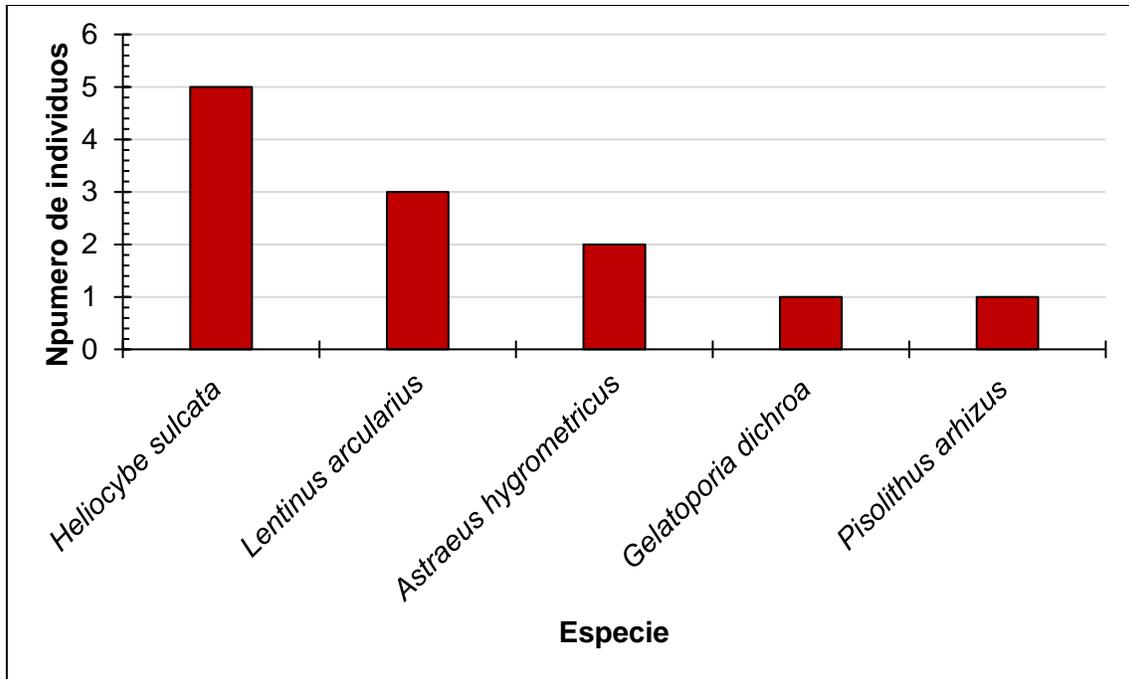


Figura 44. Especies de hongos presentes en la parcela 1 de Cieneguilla.

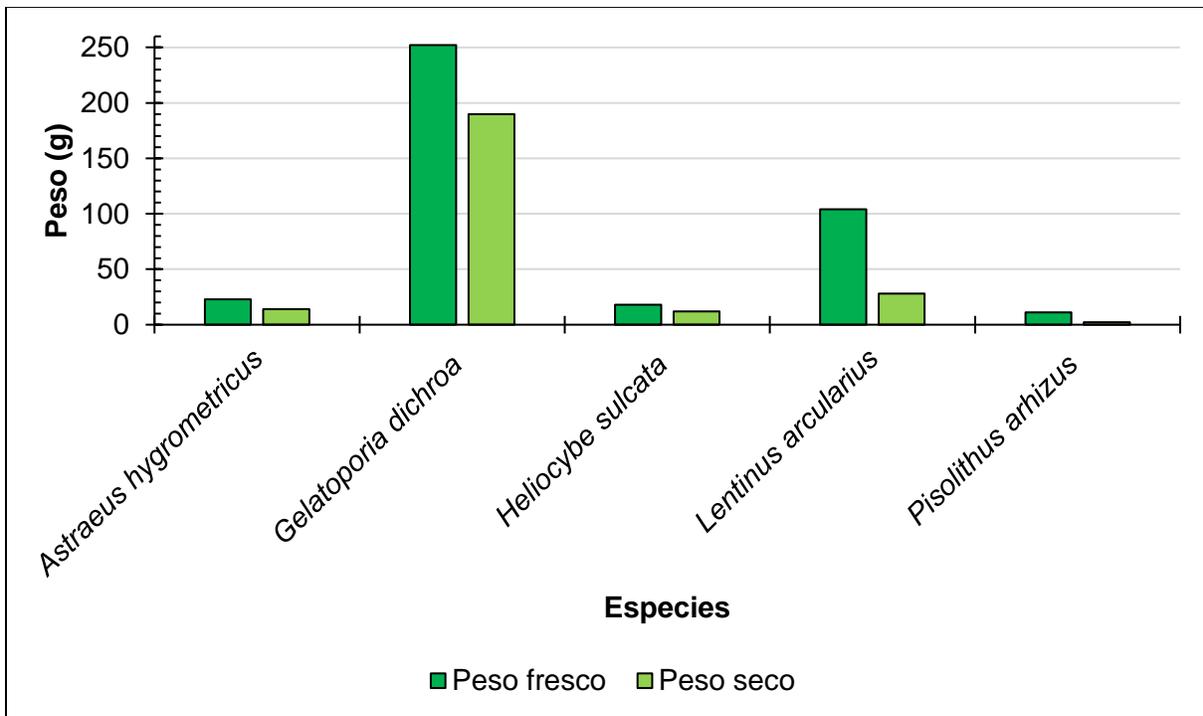


Figura 45. Producción de hongos en la parcela 1 de Cieneguilla.

En la parcela 2, correspondiente a la comunidad de Cieneguilla, hubo 29 árboles, de los cuales 20 pinos y 9 encinos. Las alturas de los árboles van de 0.43 a 6.1 m, la cobertura de las copas va de 0.11 a 26.42 m², teniendo una cobertura total de la vegetación de 110.44 m²; los diámetros a la altura del pecho de los árboles van de 1 a 13.5 cm (Figura 46). Se presentaron 19 especies de hongos, de las cuales las que tuvieron más individuos fueron *Omphalotus subilludens* (3), *Astraeus hygrometricus*, *Heliocybe sulcata*, *Auricularia nigricans* y *Lentinus arcularius* (con 2 individuos cada una) y el resto de las especies presentaron 1 individuo cada una (Figura 47). Las especies que presentaron mayor producción fueron *Omphalotus subilludens* con 319 g PF y 45 g PS, luego *Auricularia nigricans* con 134 PF y 22 g PS y en tercer lugar *Byssomerulius incarnatus* con 27 PF y 13.69 g PS. La producción total fue de 610 y 143.69 g de peso fresco y peso seco, respectivamente (Figura 48).

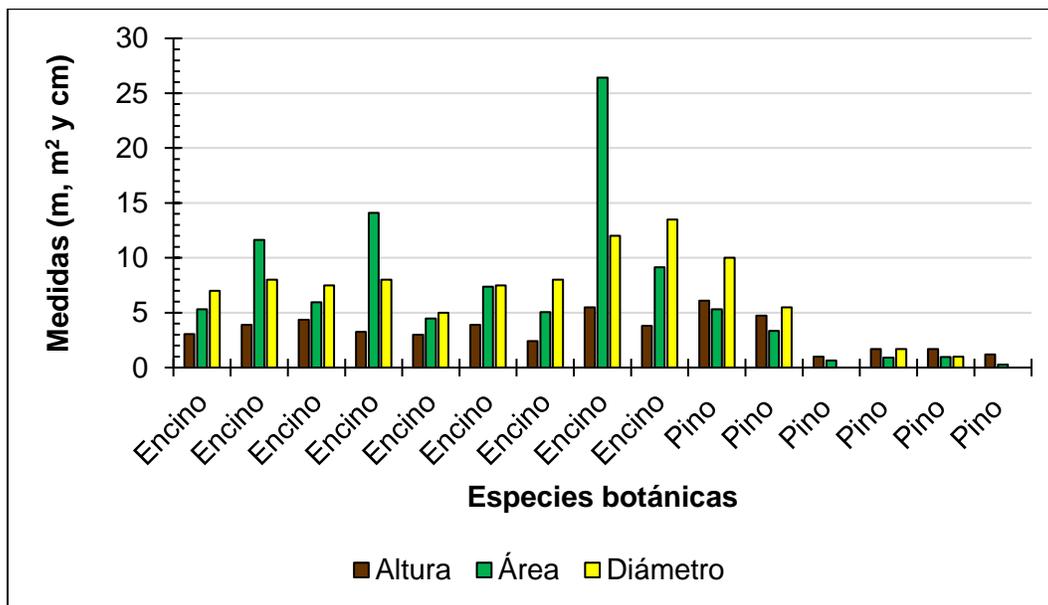


Figura 46. Características del arbolado en la parcela 2 de Cieneguilla.

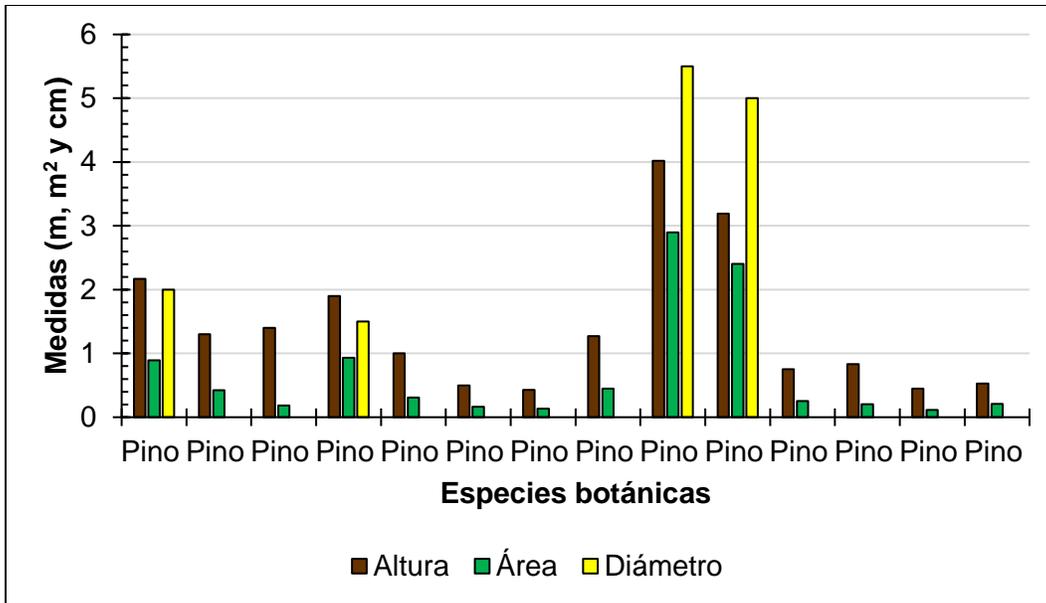


Figura 46 (continuación). Características del arbolado en la parcela 2 de Cieneguilla.

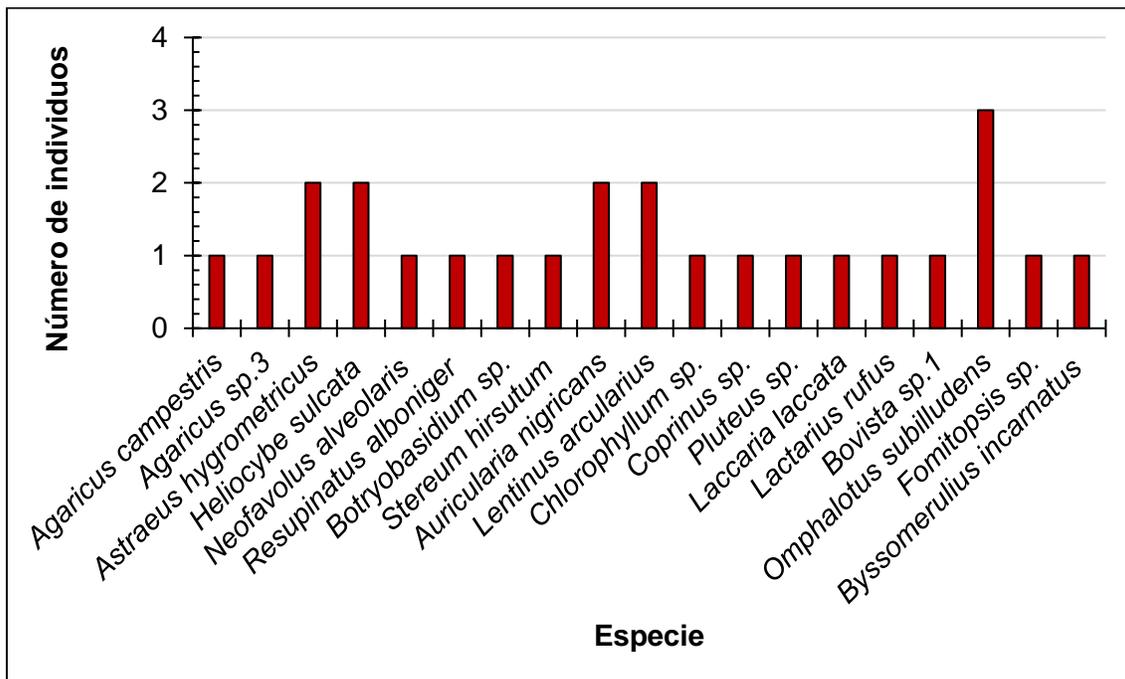


Figura 47. Especies de hongos presentes en la parcela 2 de Cieneguilla.

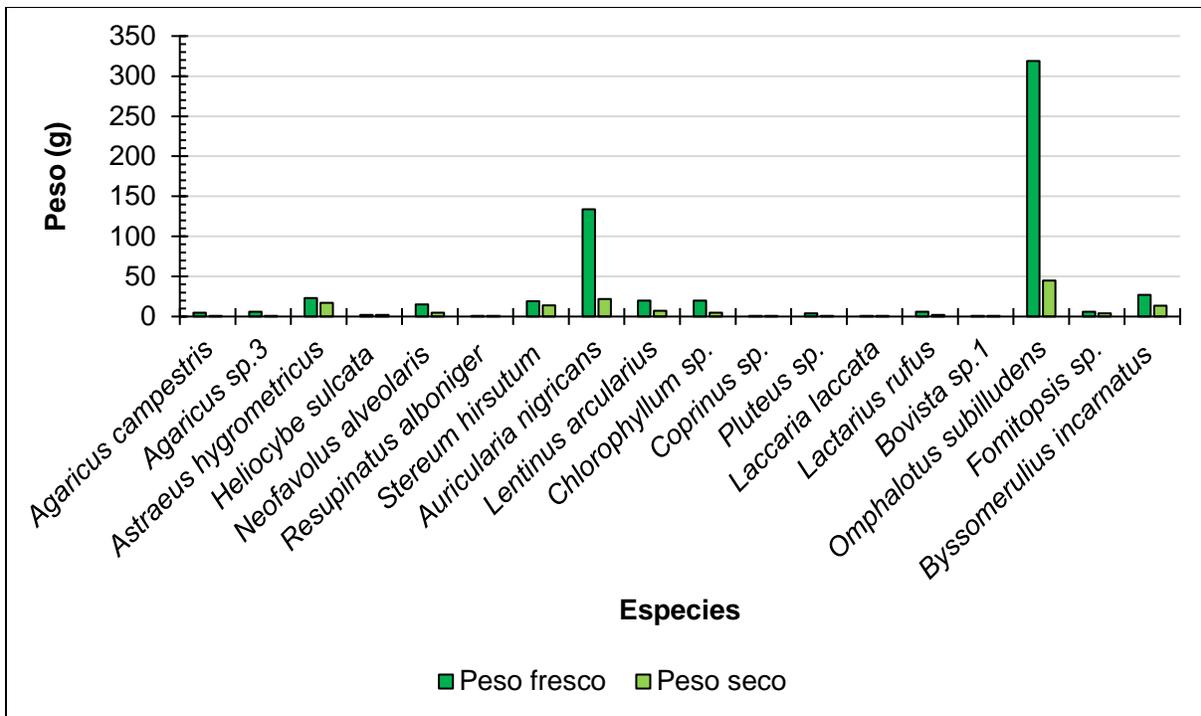


Figura 48. Producción de hongos en la parcela 2 de Cieneguilla.

En la parcela 3, correspondiente a la comunidad de Cieneguilla hubo 7 árboles, de los cuales 3 fueron pinos, 2 encinos y 2 huizaches, las alturas de los árboles fue de 1.6 a 11.03 m, la cobertura de las copas fue de 0.71 a 70.36 m², teniendo una cobertura total de la vegetación de 144.72 m². Los diámetros a la altura del pecho de los árboles, fue de 4 a 42 cm (Figura 49). Se presentaron 22 especies de hongos, las que tuvieron más individuos fueron *Inocybe* sp.1 y *Lactarius rufus* (con 3 individuos cada una), luego *Deconica coprophila*, *Lentinus arcularius*, *Annulohyphoxylon thouarsianum*, *Trametes villosa* y *Laccaria laccata* (con 2 individuos cada una) y el resto de las especies presentaron 1 individuo cada una (Figura 50). Las especies que presentaron mayor producción fueron *Trametes villosa* con 96 g de peso fresco y 46 g de peso seco, luego *Omphalotus subilludens* con 87 y 8 g y en tercer lugar *Annulohyphoxylon thouarsianum* con 49 y 31 g, la producción total fue de 410 y 145.03 g de peso fresco y peso seco, respectivamente (Figura 51).

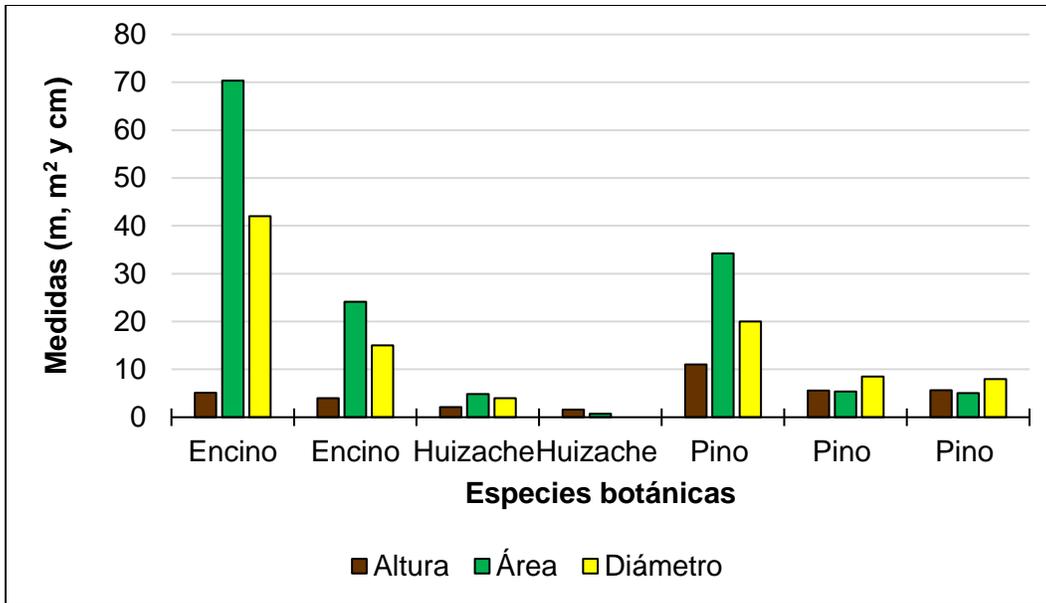


Figura 49. Características del arbolado en la parcela 3 de Cieneguilla.

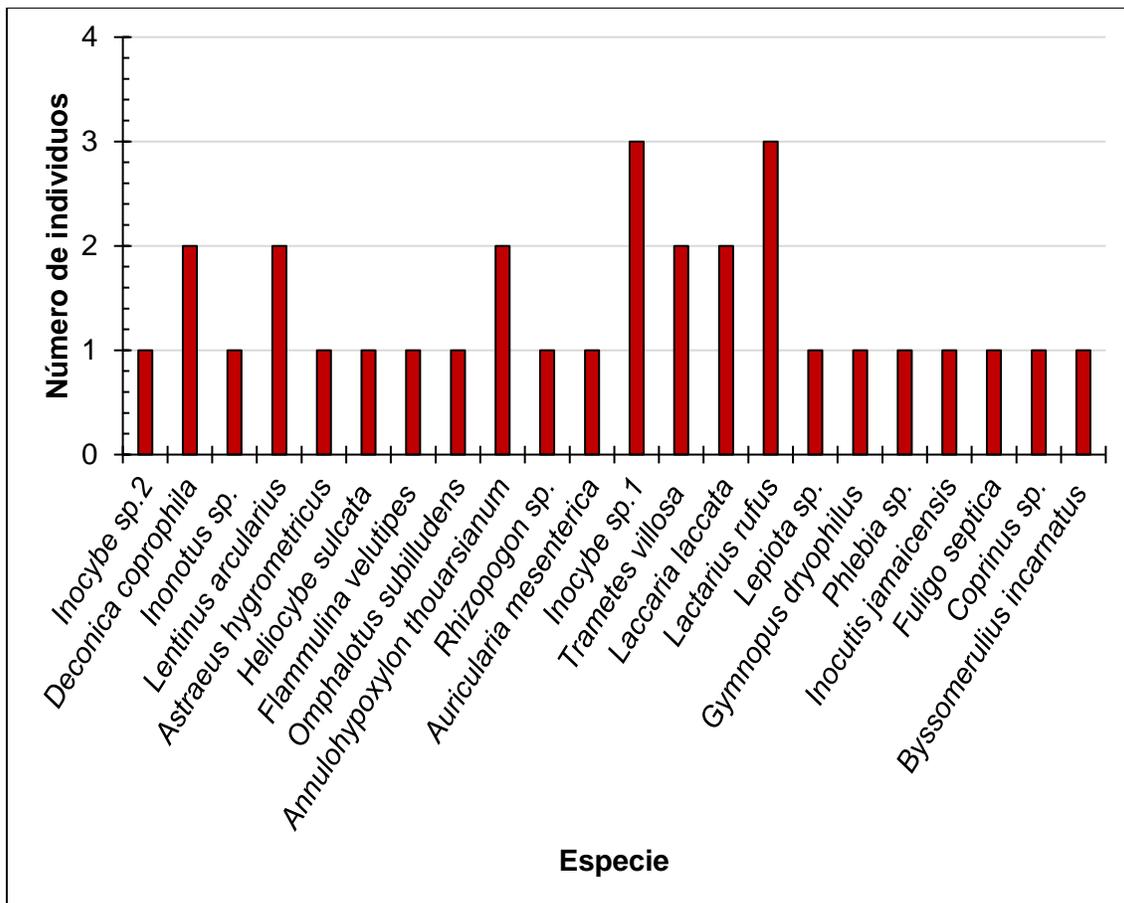


Figura 50. Especies de hongos presentes en la parcela 3 de Cieneguilla.

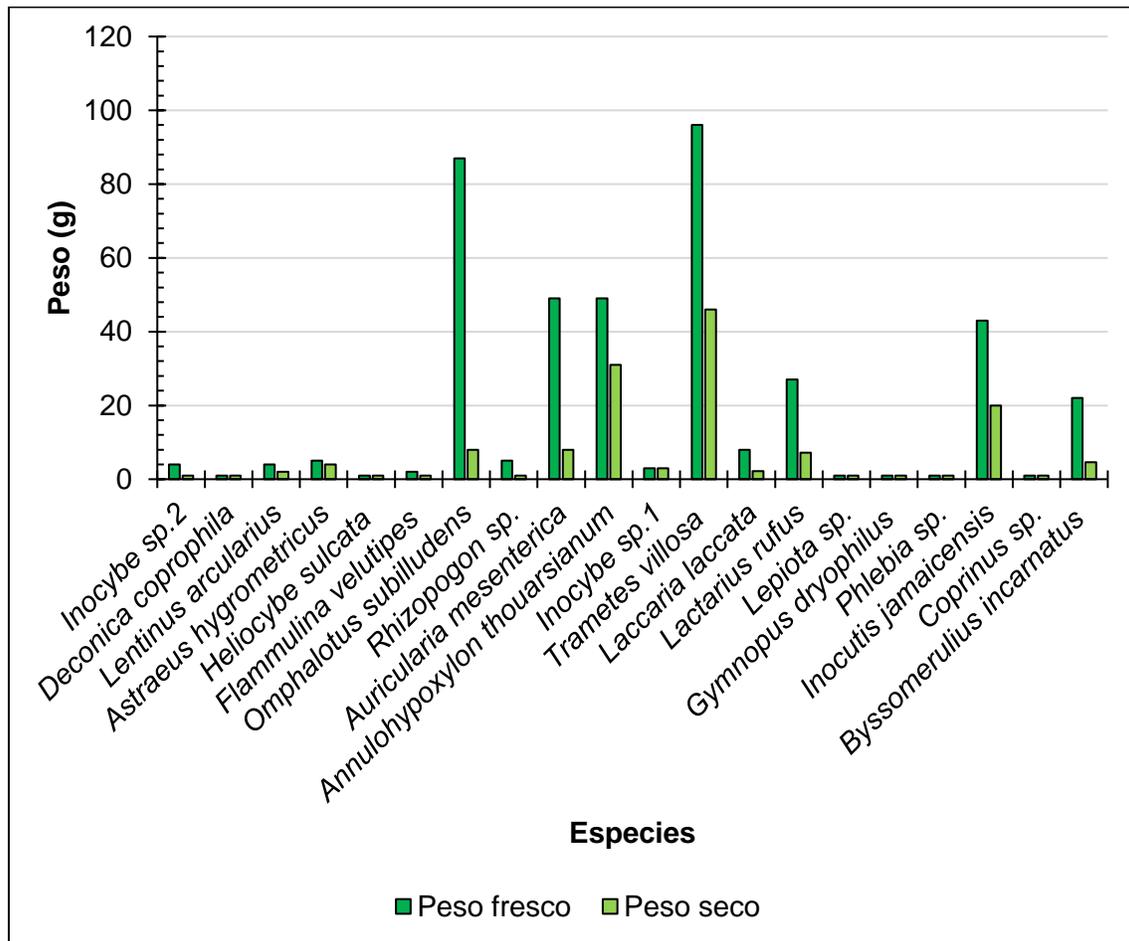


Figura 51. Producción de hongos en la parcela 3 de Cieneguilla.

En la parcela 4, correspondiente a la comunidad de Cieneguilla, hubo 11 árboles, de los cuales 8 son huizaches y 3 encinos, las alturas de los árboles fue de 0.29 a 7.55 m, la cobertura de las copas fue de 0.15 a 152.07 m², teniendo una cobertura total de la vegetación de 314.14 m². Los diámetros a la altura del pecho de los árboles, fue de 2.5 a 82 cm (Figura 52). Se presentaron 12 especies de hongos, las que tuvieron más individuos fueron *Lentinus arcularius* (3), *Coprinus sp.* y *Panaeolus papilionaceus* (con 2 individuos cada una) y el resto de las especies presentaron 1 individuo cada una (Figura 53). Las especies que presentaron mayor producción fueron *Lentinus arcularius* con 23 g de peso fresco y 7 g de peso seco, luego *Astraeus hygrometricus* con 16 y 13 g y en

tercer lugar *Coprinus* sp. con 3 y 3 g, la producción total fue de 53 y 31.08 g de peso fresco y peso seco, respectivamente (Figura 54).

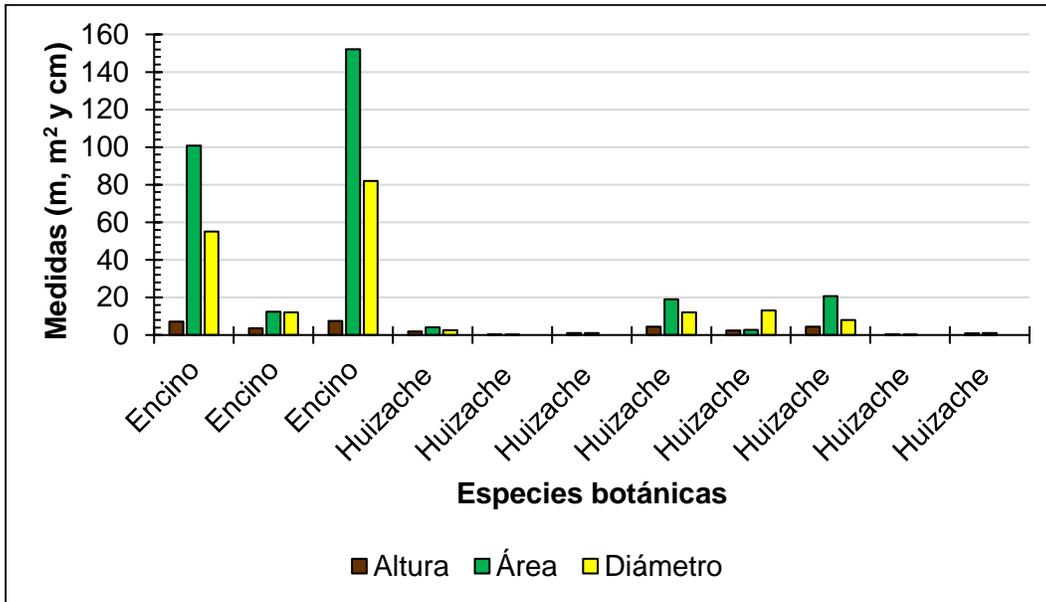


Figura 52. Características del arbolado en la parcela 4 de Cieneguilla.

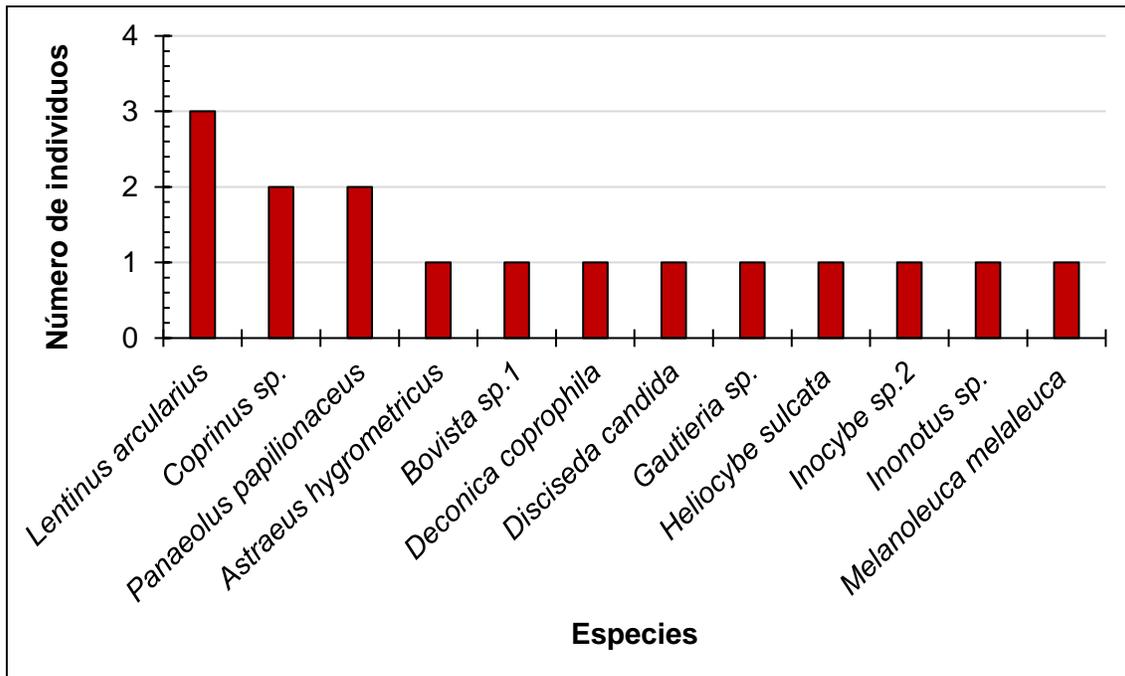


Figura 53. Especies de hongos presentes en la parcela 4 de Cieneguilla.

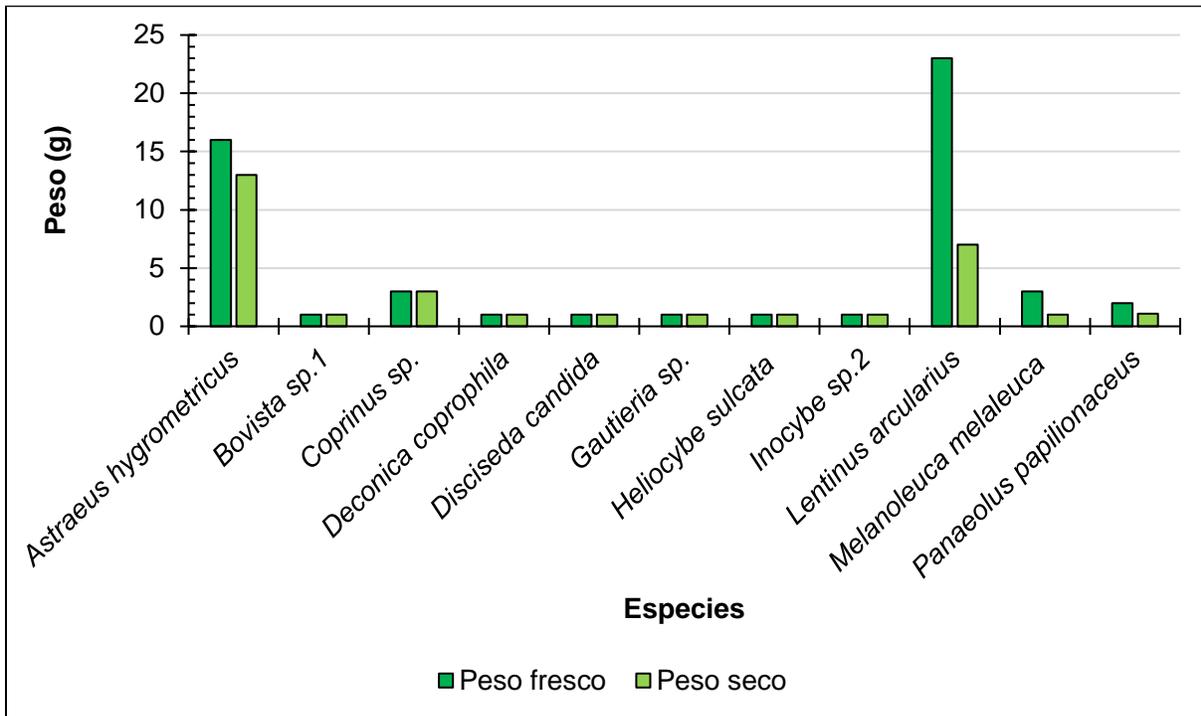


Figura 54. Producción de hongos en la parcela 4 de Cieneguilla.

En la parcela 5, correspondiente a la comunidad de Cieneguilla, hubo 8 árboles, de los cuales 4 fueron pinos, 3 huizaches y 1 encino, las alturas de los árboles fue de 0.73 a 5.77 m, la cobertura de las copas fue de 0.36 a 143.56 m², teniendo una cobertura total de la vegetación de 191.71 m². Los diámetros a la altura del pecho de los árboles, fue de 1 a 40 cm (Figura 55). Se presentaron 9 especies de hongos, la que tuvo más individuos fue *Lentinus arcularius* (3) y el resto de las especies presentaron 1 individuo cada una (Figura 56). Las especies que presentaron mayor producción fueron *Trametes versicolor* con 58 g de peso fresco y 40 g de peso seco, luego *Lentinus arcularius* con 14 y 7 g y en tercer lugar *Auricularia mesenterica* con 13 y 2 g, la producción total fue de 99 y 56 g de peso fresco y peso seco, respectivamente (Figura 57).

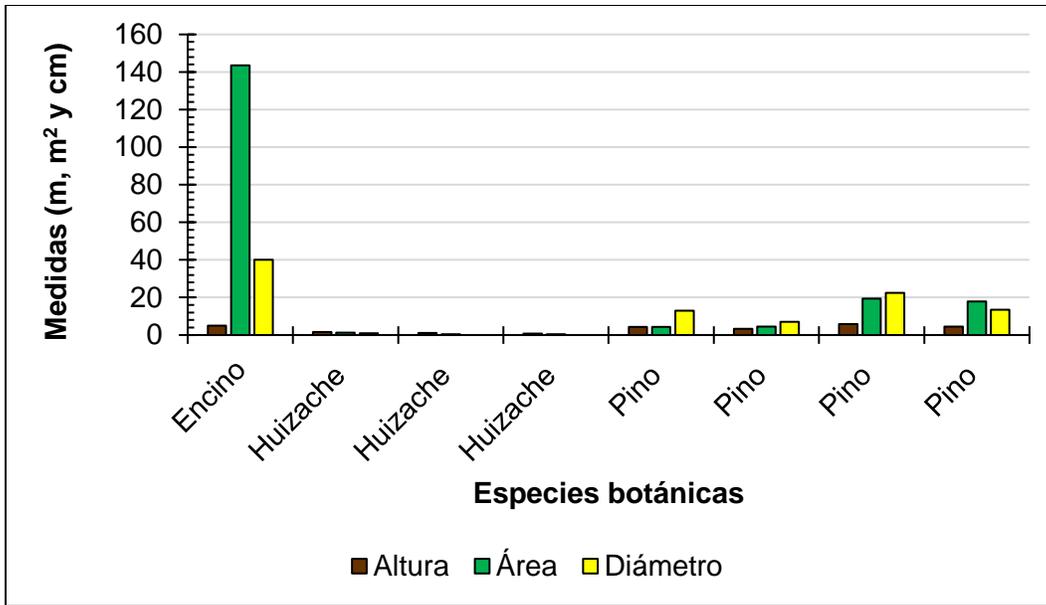


Figura 55. Características del arbolado en la parcela 5 de Cieneguilla.

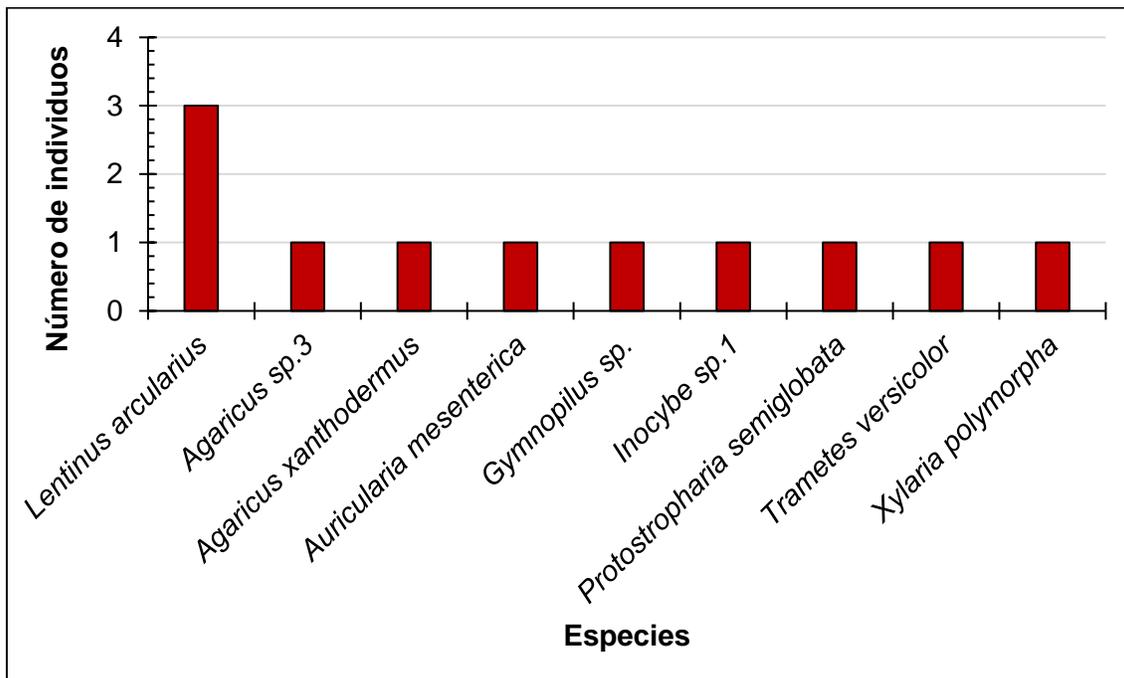


Figura 56. Especies de hongos presentes en la parcela 5 de Cieneguilla.

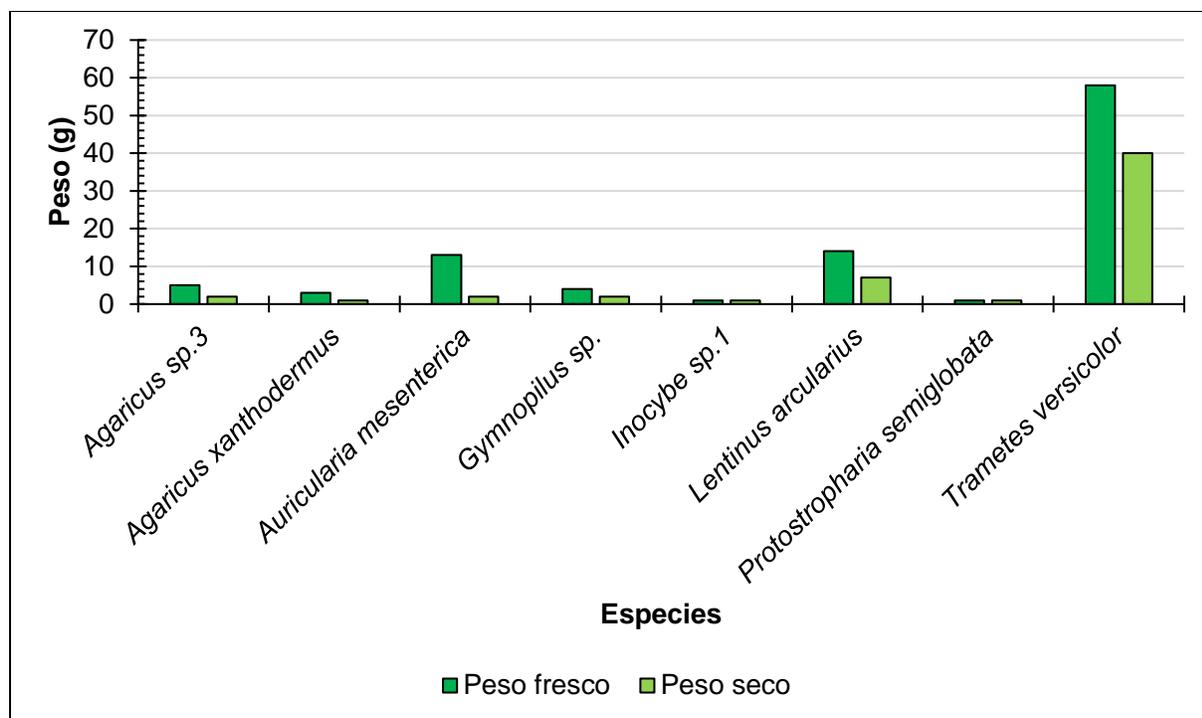


Figura 57. Producción de hongos en la parcela 5 de Cieneguilla.

En la comunidad de San Atenógenes, las especies botánicas que estuvieron presentes fueron: encino (*Quercus* spp.), huizache (*Acacia* sp.), mezquite (*Prosopis* sp.), nopal (*Opuntia* spp.), palma (*Yucca* sp.), palo blanco, palo colorado, pino (*Pinus* spp.), pirul (*Schinus* sp.) y tascate (*Juniperus* sp.). En la parcela 1 correspondiente a esta comunidad hubo 60 árboles, de los cuales 26 fueron pinos, 22 palos blancos, 8 huizaches, 3 nopales y 1 encino, las alturas de los árboles fue de 0.4 a 13.2 m, la cobertura de las copas fue de 0.01 a 40.72 m², teniendo una cobertura total de la vegetación de 487.58 m². Los diámetros a la altura del pecho de los árboles, fue de 1 a 35 cm (Figura 58). Se presentaron 6 especies de hongos, las que tuvieron más individuos fueron *Heliocybe sulcata* (5), *Lentinus arcularius* (3), en tercer lugar *Fuligo cinerea*, *Ganoderma resinaceum* y *Geastrum quadrifidum* (con 2 individuos cada una) y *Trametes versicolor* (1) (Figura 59). Las especies que presentaron mayor producción fueron *Ganoderma resinaceum* con 480 g de peso fresco y 323 g de peso seco, luego *Geastrum quadrifidum* con 19 y 15 g y en tercer lugar *Lentinus arcularius* con 15 y 8 g, la producción total fue de 532 y 362 g de peso fresco y peso seco, respectivamente (Figura 60).

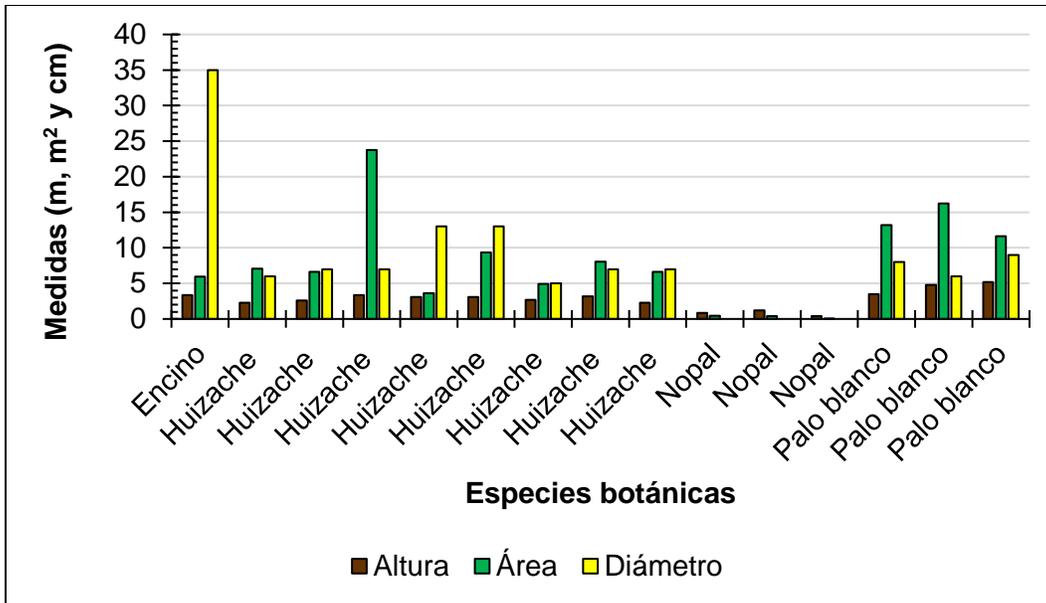


Figura 58. Características del arbolado en la parcela 1 de San Atenógenes.

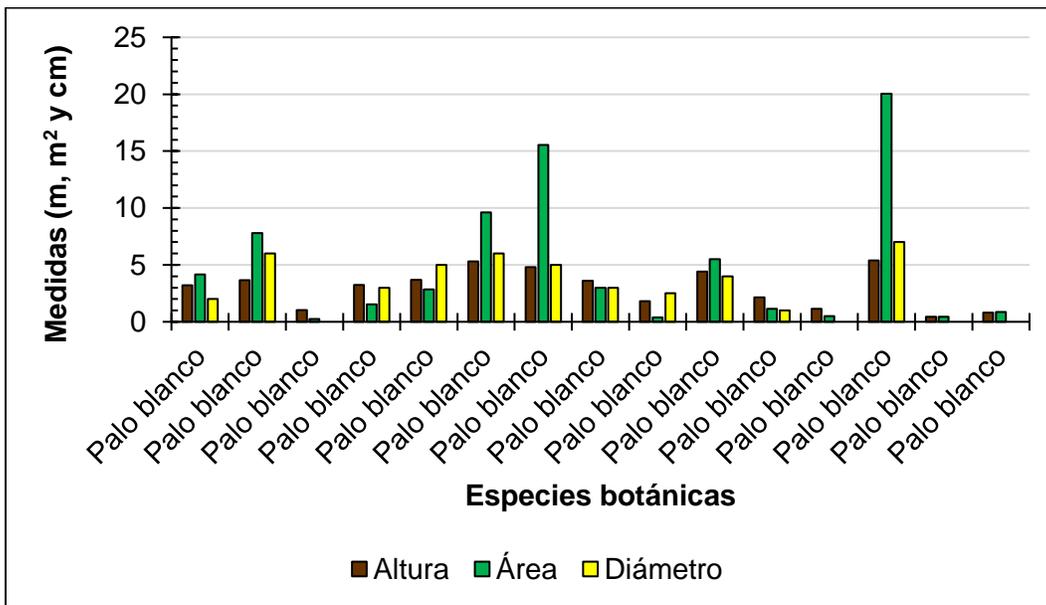


Figura 58 (continuación). Características del arbolado en la parcela 1 de San Atenógenes.

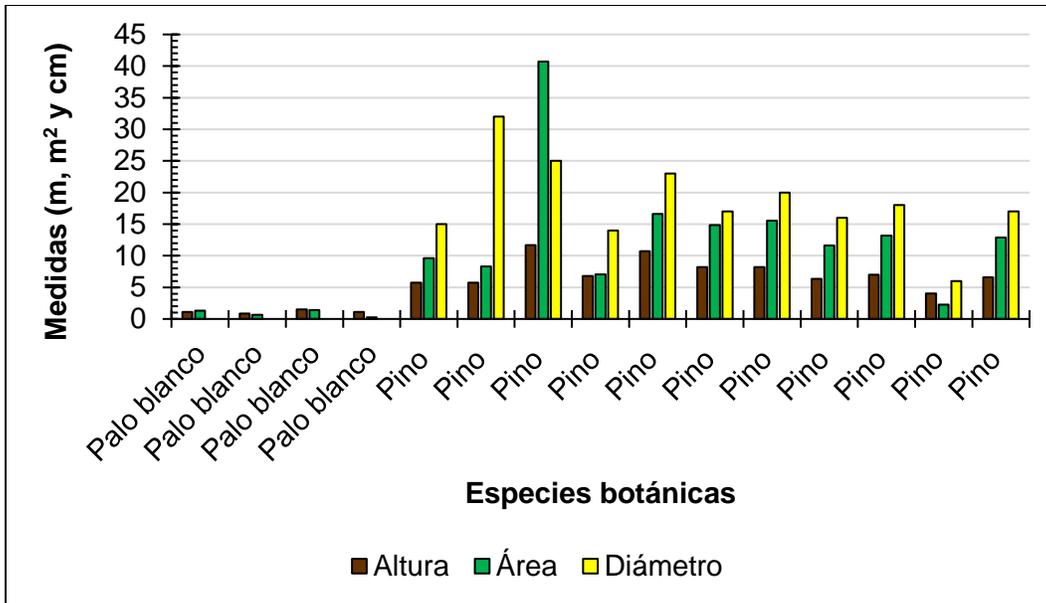


Figura 58 (continuación). Características del arbolado en la parcela 1 de San Atenógenes.

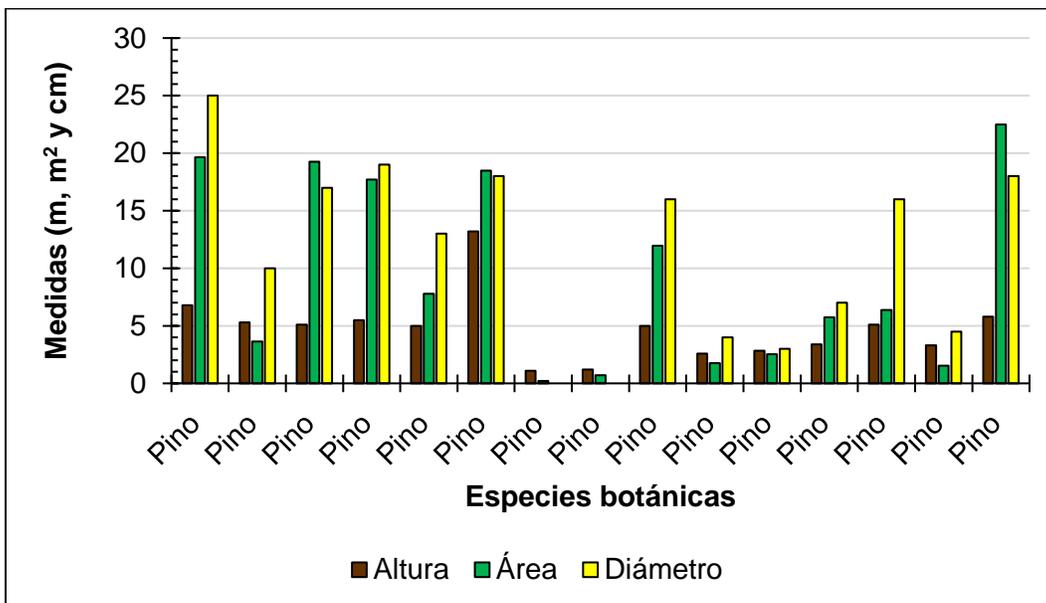


Figura 58 (continuación). Características del arbolado en la parcela 1 de San Atenógenes.

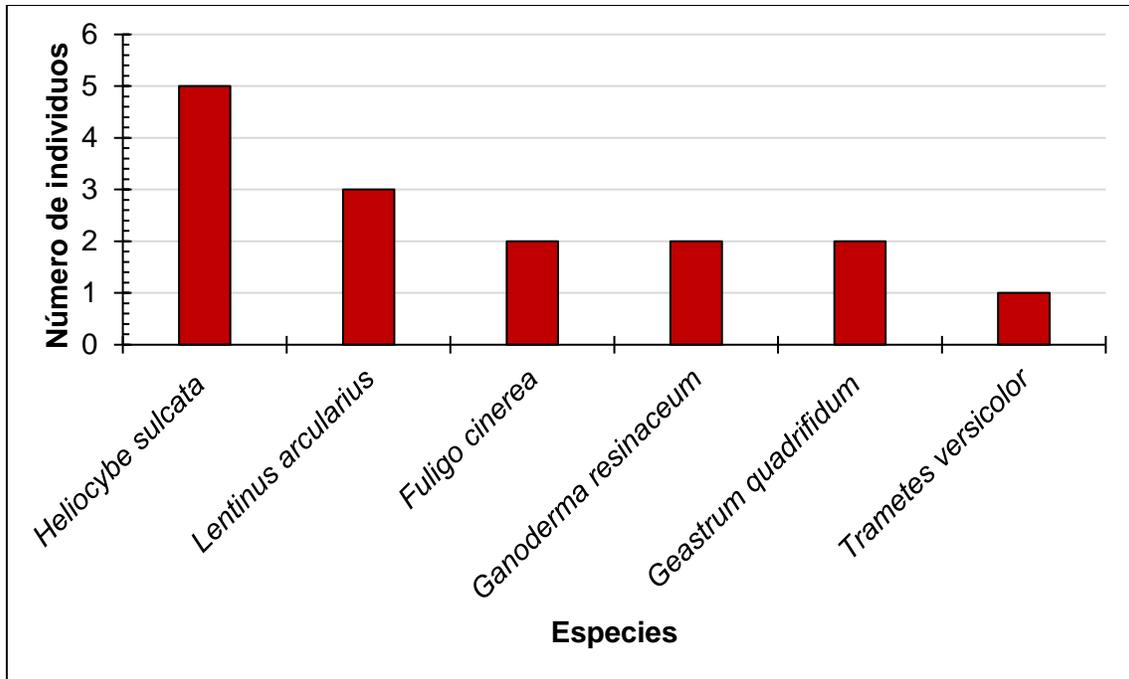


Figura 59. Especies de hongos presentes en la parcela 1 de San Atenógenes.

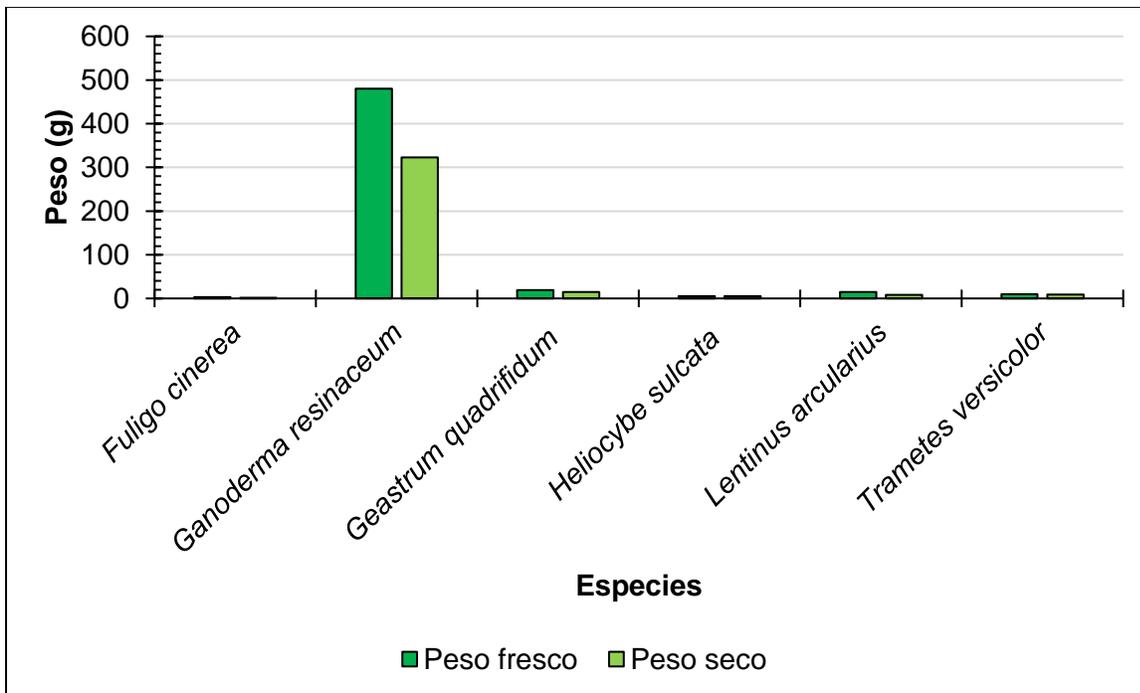


Figura 60. Producción de hongos en la parcela 1 de San Atenógenes.

En la parcela 2, correspondiente a la comunidad de San Atenógenes hubo 61 árboles, de los cuales 27 son pinos, 18 huizaches, 9 palos blancos, 4 encinos, 2 tascates y 1 palma, las alturas de los árboles fue de 0.18 a 11.7 m, la cobertura de las copas fue de 0.01 a 60.82 m², teniendo una cobertura total de la vegetación de 300.51 m², los diámetros a la altura del pecho de los árboles, fue de 0.5 a 70 cm (Figura 61). Se presentaron 3 especies de hongos, las que tuvieron más individuos fueron *Lentinus arcularius* (3), *Astraeus hygrometricus* y *Heliocybe sulcata* (con 1 individuo cada una) (Figura 62). Las especies que presentaron mayor producción fueron *Lentinus arcularius* con 12 g de peso fresco y 10 g de peso seco, luego *Astraeus hygrometricus* con 5 y 3 g y en tercer lugar *Heliocybe sulcata* con 2 y 1 g, la producción total fue de 19 y 14 g de peso fresco y peso seco, respectivamente (Figura 63).

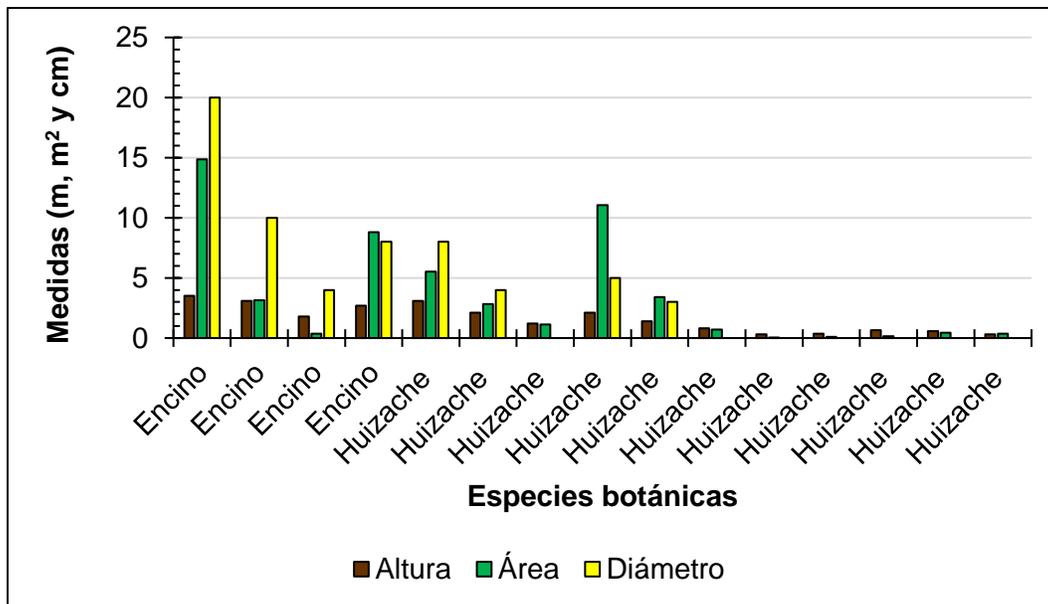


Figura 61. Características del arbolado en la parcela 2 de San Atenógenes.

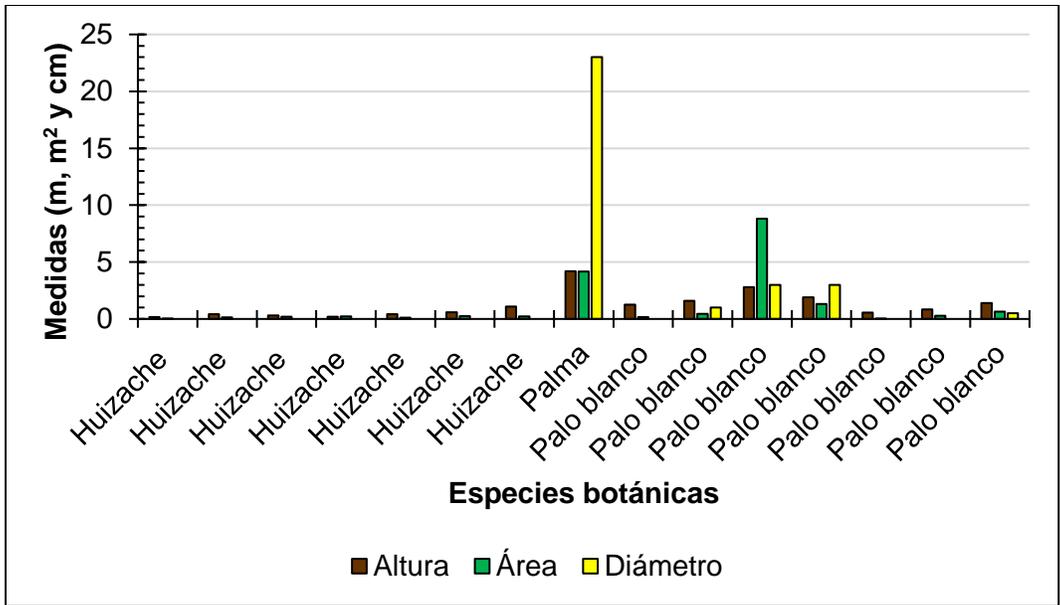


Figura 61 (continuación). Características del arbolado en la parcela 2 de San Atenógenes.

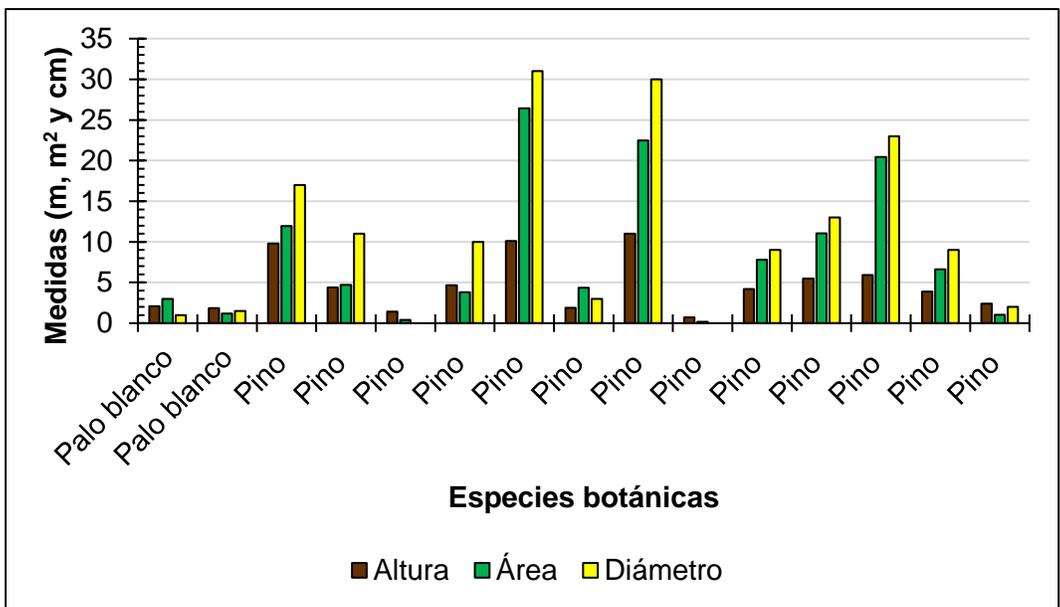


Figura 61 (continuación). Características del arbolado en la parcela 2 de San Atenógenes.

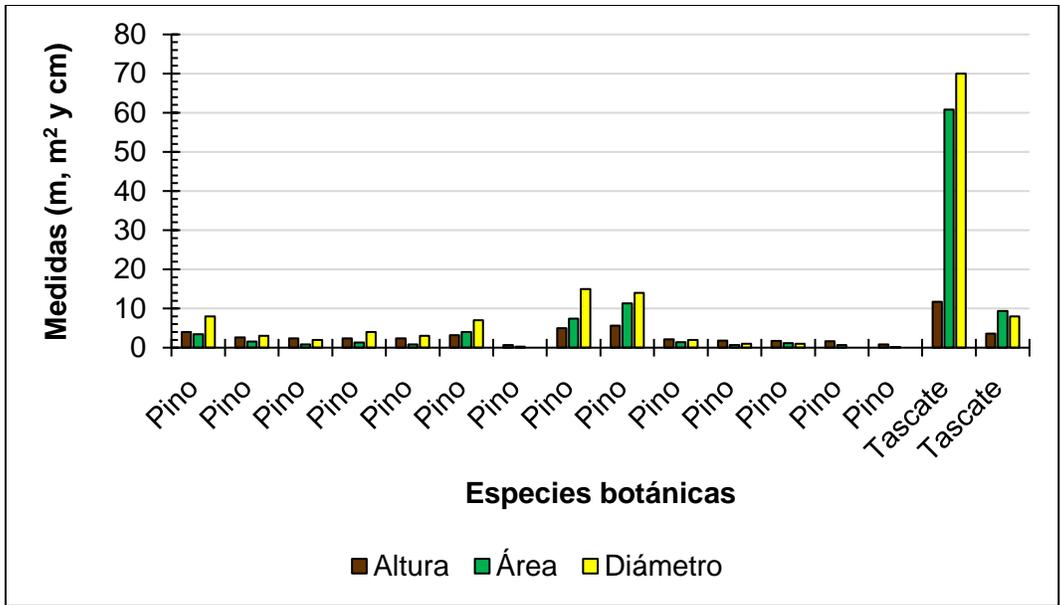


Figura 61 (continuación). Características del arbolado en la parcela 2 de San Atenógenes.

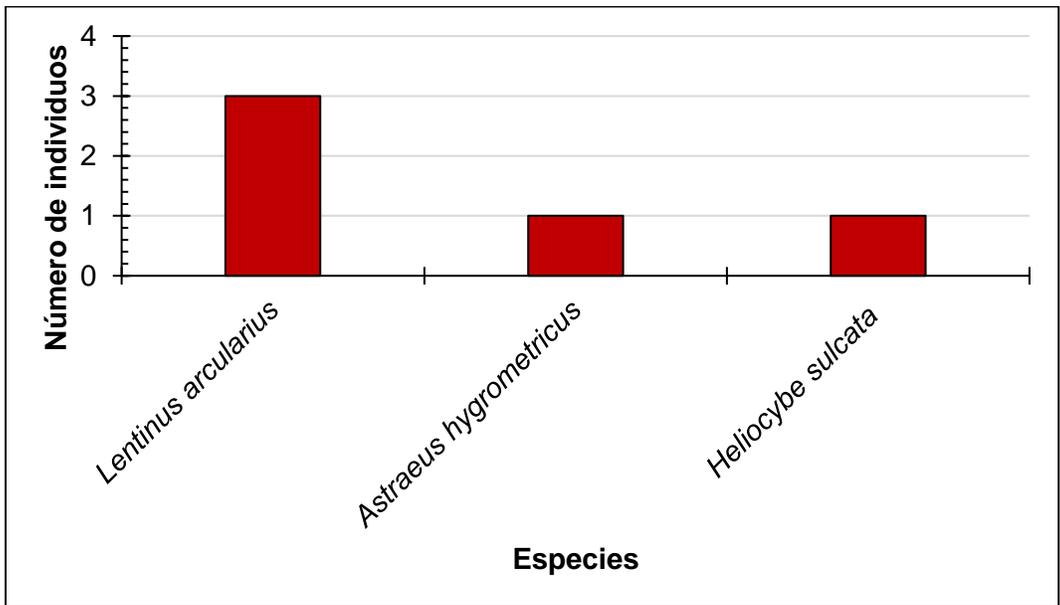


Figura 62. Especies de hongos presentes en la parcela 2 de San Atenógenes.

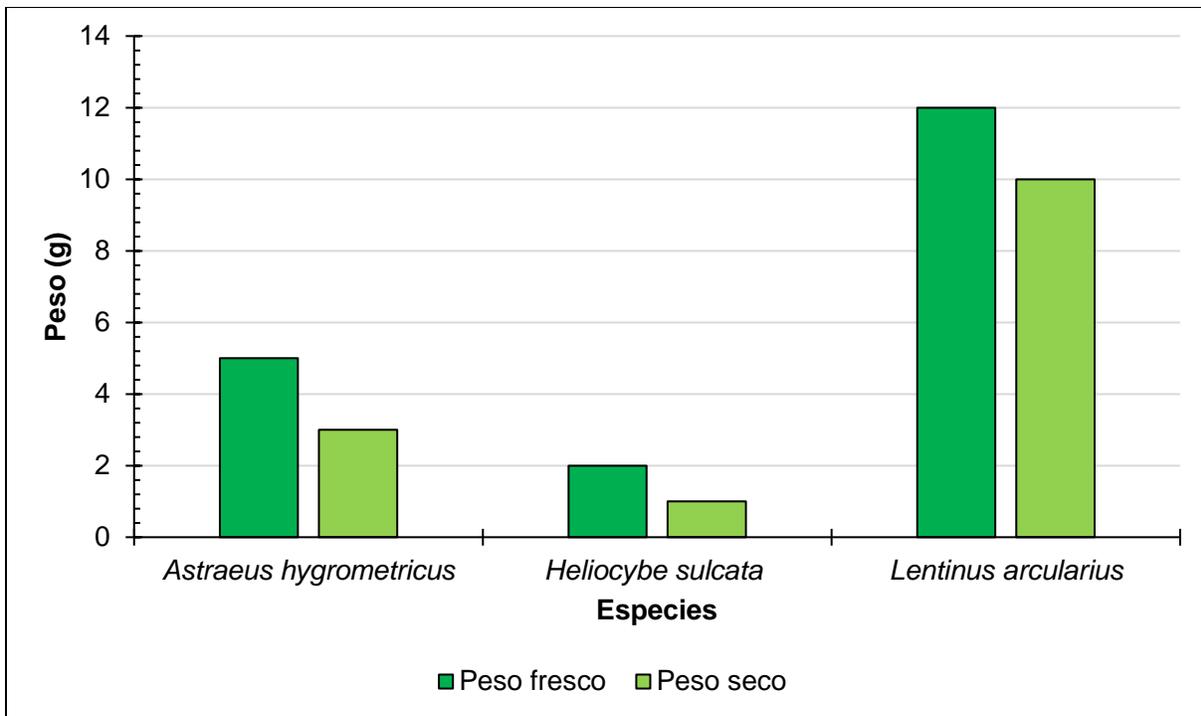


Figura 63. Producción de hongos en la parcela 2 de San Atenógenes.

En la parcela 3, correspondiente a la comunidad de San Atenógenes hubo 42 árboles, de los cuales 22 fueron pinos, 6 huizaches, 5 palos blancos, 3 nopales, 3 palos colorados, 2 palmas y 1 encino, las alturas de los árboles fue de 0.56 a 7.45 m, la cobertura de las copas fue de 0.03 a 26.06 m², teniendo una cobertura total de la vegetación de 171.59 m², los diámetros a la altura del pecho de los árboles, fue de 1 a 22 cm (Figura 64). Se presentaron 19 especies de hongos, las que tuvieron más individuos fueron *Lentinus arcularius*, *Lycoperdon perlatum*, *Omphalotus subilludens* y *Laccaria laccata* (con 2 individuos cada una) y el resto de las especies presentaron 1 individuo cada una (Figura 65). Las especies que presentaron mayor producción fueron *Tropicoporus linteus* con 450 g de peso fresco y 310 g de peso seco, luego *Omphalotus subilludens* con 86 y 11.07 g y en tercer lugar *Trametes versicolor* con 50 y 41 g, la producción total fue de 756 y 440.52 g de peso fresco y peso seco, respectivamente (Figura 66).

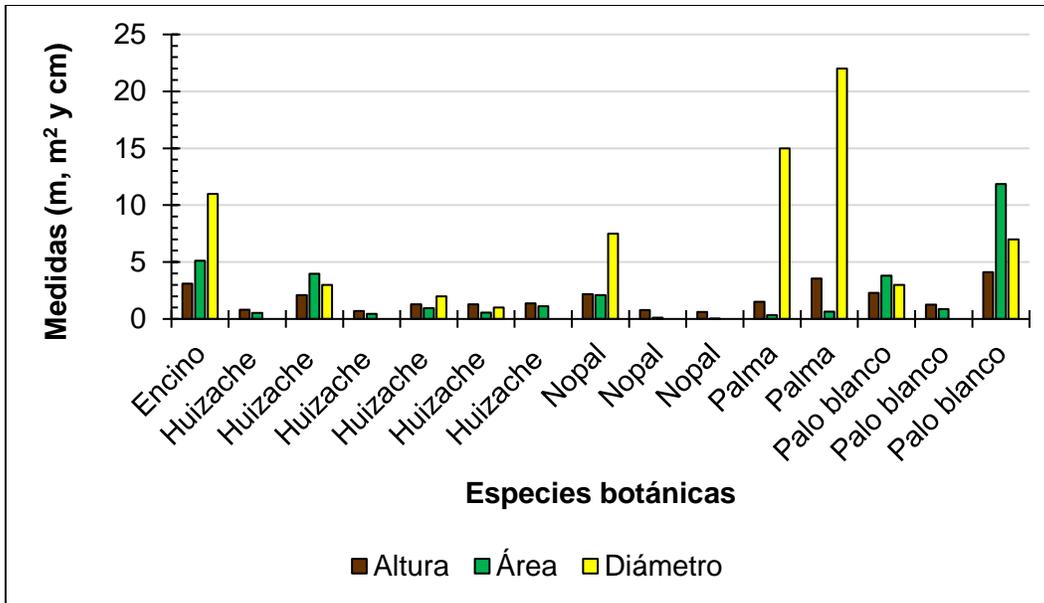


Figura 64. Características del arbolado en la parcela 3 de San Atenógenes.

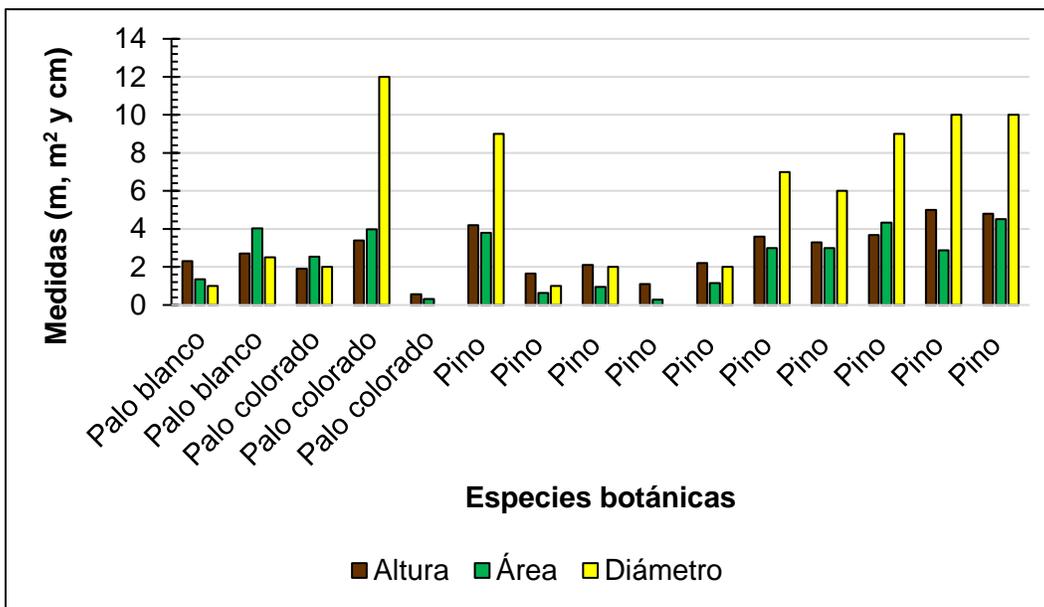


Figura 64 (continuación). Características del arbolado en la parcela 3 de San Atenógenes.

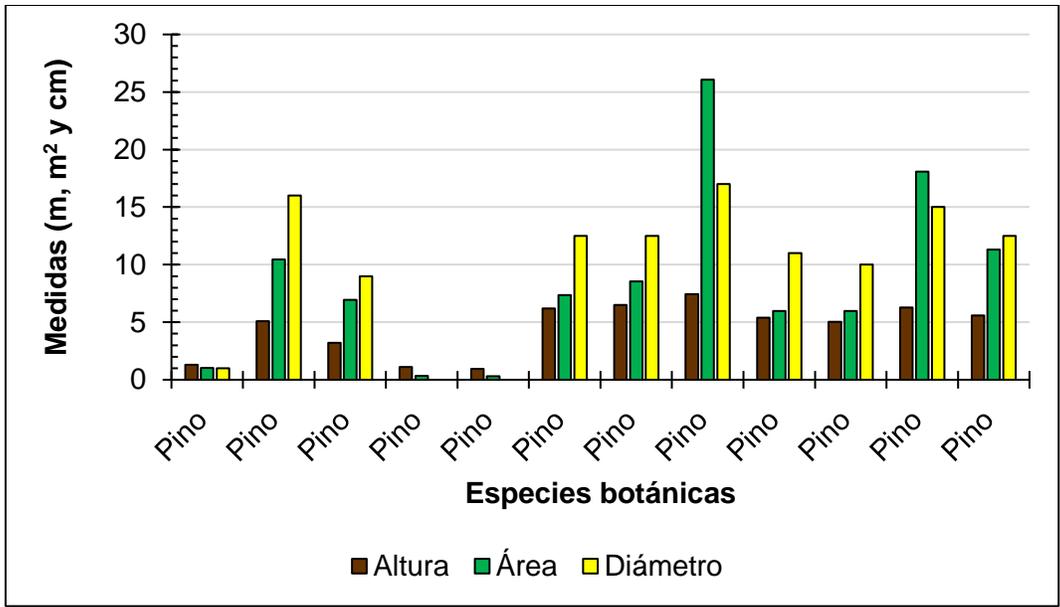


Figura 64 (continuación). Características del arbolado en la parcela 3 de San Atenógenes.

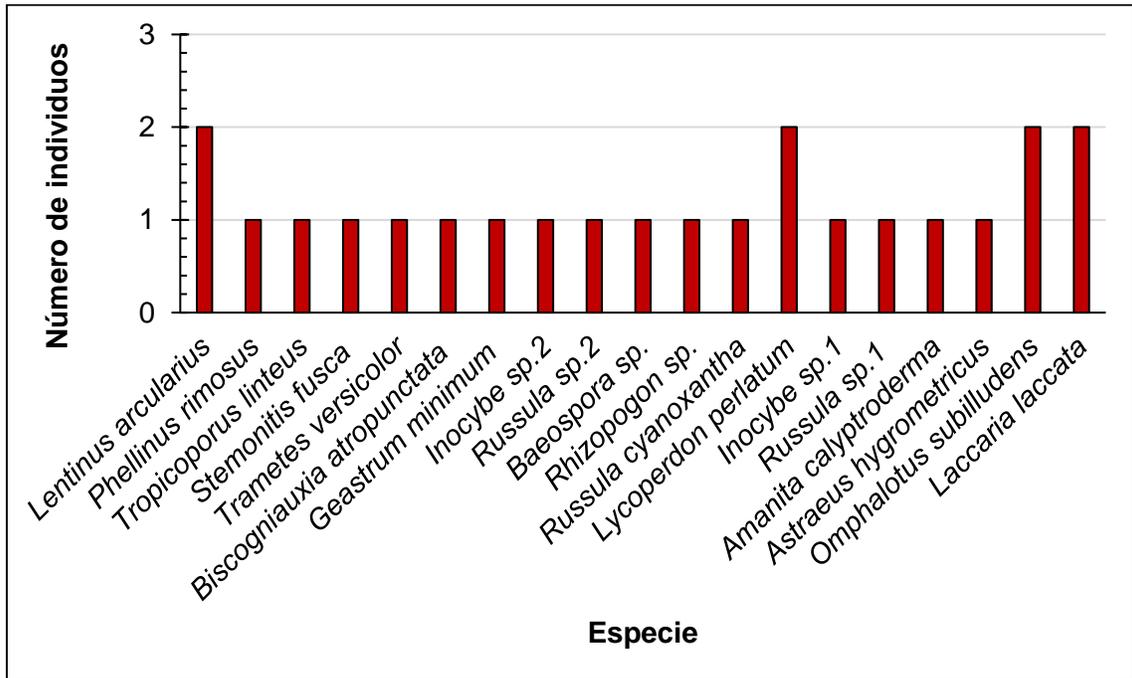


Figura 65. Especies de hongos presentes en la parcela 3 de San Atenógenes.

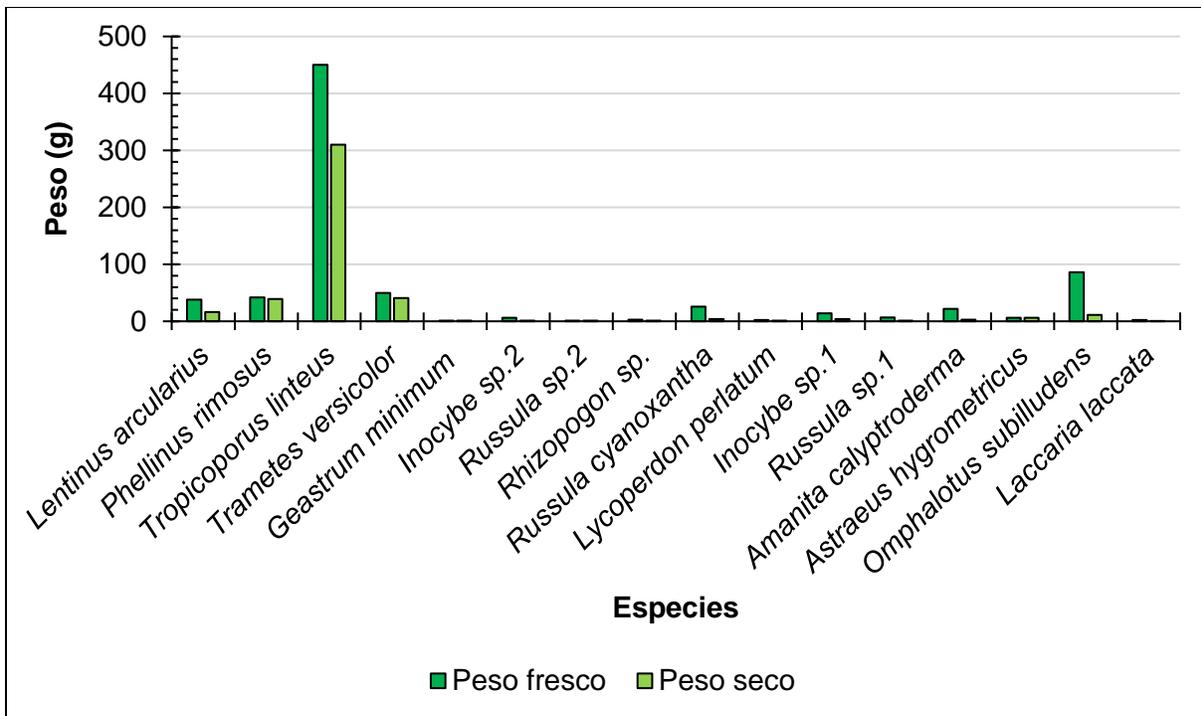


Figura 66. Producción de hongos en la parcela 3 de San Atenógenes.

En la parcela 4, correspondiente a la comunidad de San Atenógenes hubo 29 árboles, de los cuales 13 fueron pinos, 7 huizaches, 3 encinos, 2 nopales, 2 palos blancos, 1 palma y 1 palo colorado, las alturas de los árboles fue de 0.2 a 8.86 m, la cobertura de las copas fue de 0.01 a 69.4 m², teniendo una cobertura total de la vegetación de 386.6 m², los diámetros a la altura del pecho de los árboles, fue de 1 a 50 cm (Figura 67). Se presentaron 17 especies de hongos, las que tuvieron más individuos fueron *Laccaria laccata* (6), *Lentinus arcularius* (4), en tercer lugar, *Inocybe sp.1* (2) y el resto de las especies presentaron 1 individuo cada una (Figura 68). Las especies que presentaron mayor producción fueron *Pleurotus dryinus* con 1 371 g de peso fresco y 320 g de peso seco, luego *Ganoderma curtisii* con 806 y 383 g y en tercer lugar *Inonotus glomeratus* con 272 y 257 g, la producción total fue de 2 913 y 1 074.64 g de peso fresco y peso seco, respectivamente (Figura 69).

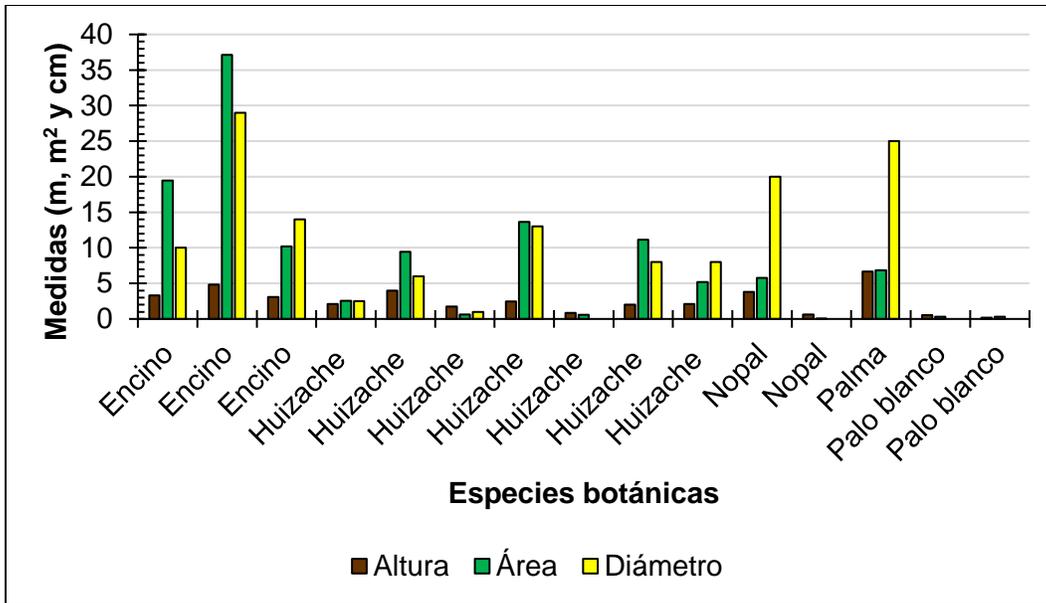


Figura 67. Características del arbolado en la parcela 4 de San Atenógenes.

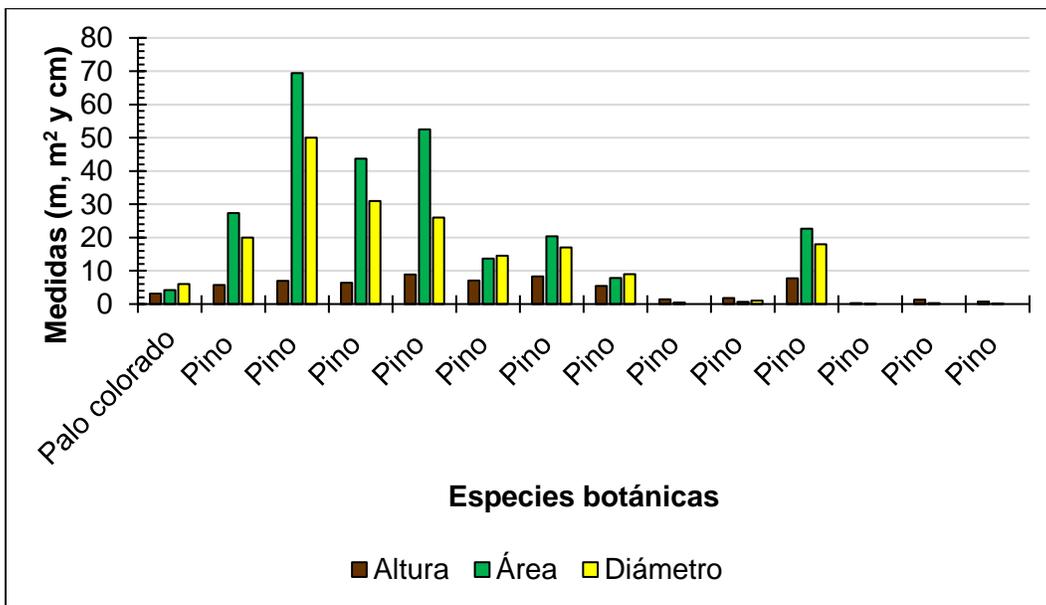


Figura 67 (continuación). Características del arbolado en la parcela 4 de San Atenógenes.

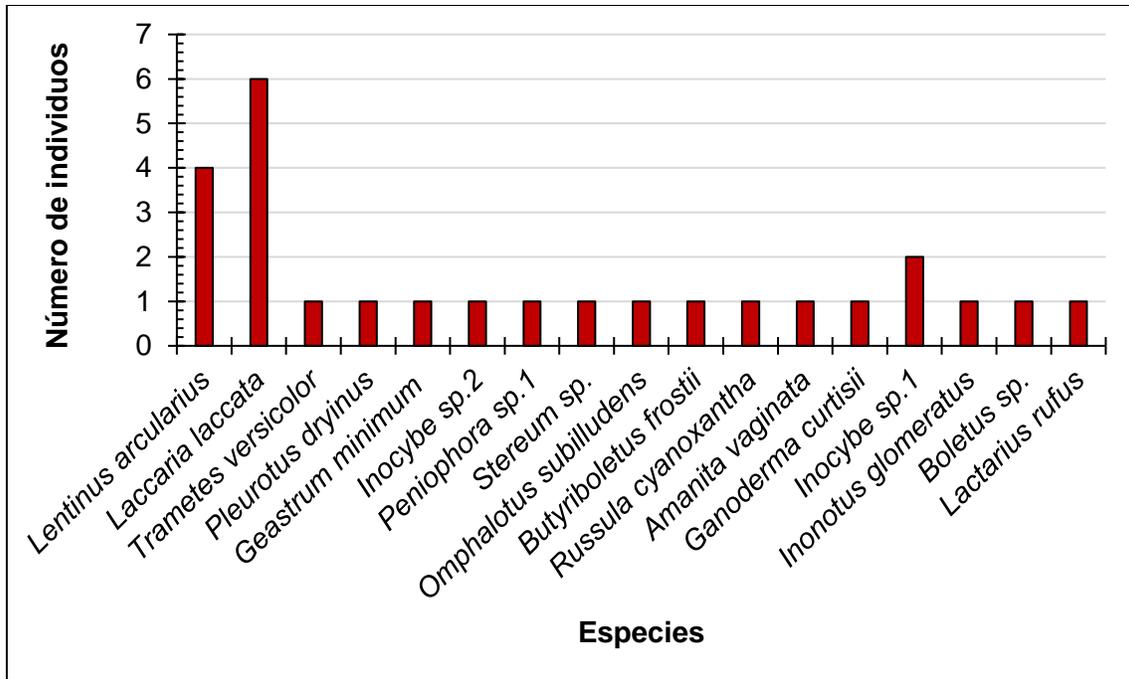


Figura 68. Especies de hongos presentes en la parcela 4 de San Atenógenes.

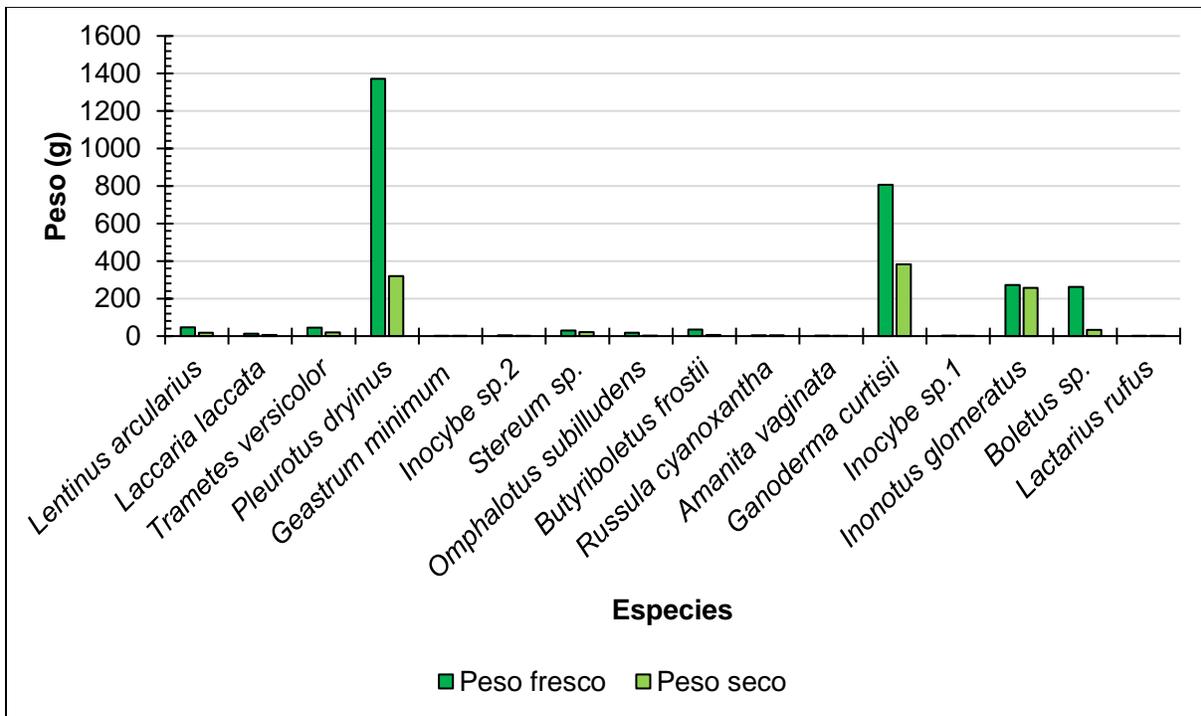


Figura 69. Producción de hongos en la parcela 4 de San Atenógenes.

En la parcela 5, correspondiente a la comunidad de San Atenógenes hubo 21 árboles, de los cuales 9 fueron huizaches, 5 palos blancos, 3 nopales, 2 pinos, 1 mezquite y 1 pirul. Las alturas de los árboles fueron de 0.28 a 8.45 m, la cobertura de las copas fue de 0.03 a 31.22 m², teniendo una cobertura total de la vegetación de 171.14 m², los diámetros a la altura del pecho de los árboles, fue de 1 a 24 cm (Figura 70). Se presentaron 7 especies de hongos, las que tuvieron más individuos fueron *Heliocybe sulcata* y *Boletinus merulioides* (con 3 individuos cada una), *Agaricus sp.2* y *Astraeus hygrometricus* (con 2 individuos cada una) y el resto de las especies presentaron 1 individuo cada una (Figura 71). Las especies que presentaron mayor producción fueron *Boletinus merulioides* (esta especie crece en ocasiones bajo *Opuntia sp.*), con 2 129 g de peso fresco y 267 g de peso seco, luego *Omphalotus subilludens* con 28 y 14 g y en tercer lugar *Agaricus sp.2*, con 18 y 3 g, la producción total fue de 2 199 y 297 g de peso fresco y peso seco, respectivamente (Figura 72).

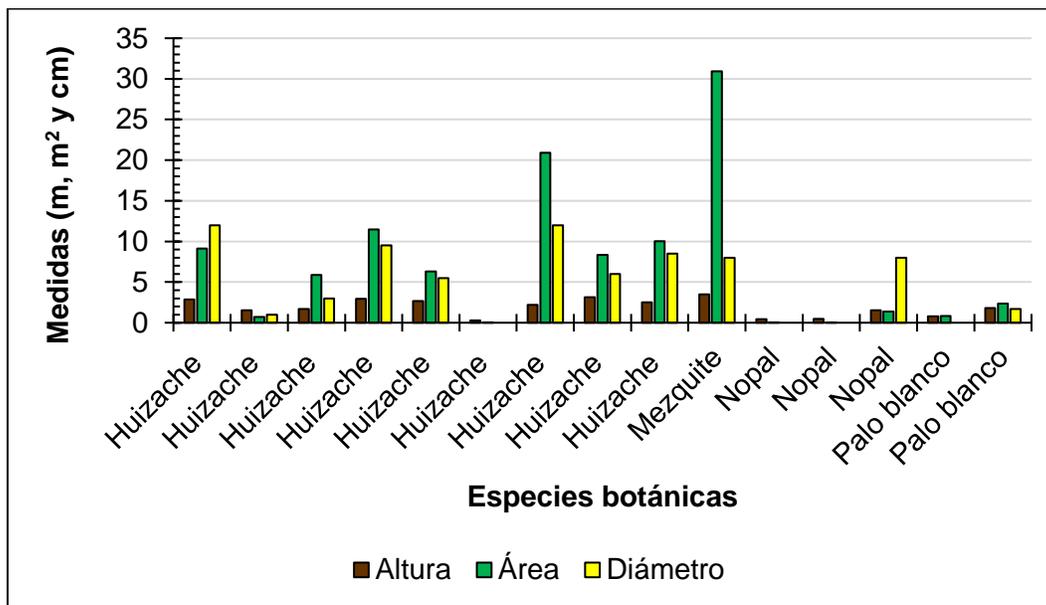


Figura 70. Características del arbolado en la parcela 5 de San Atenógenes.

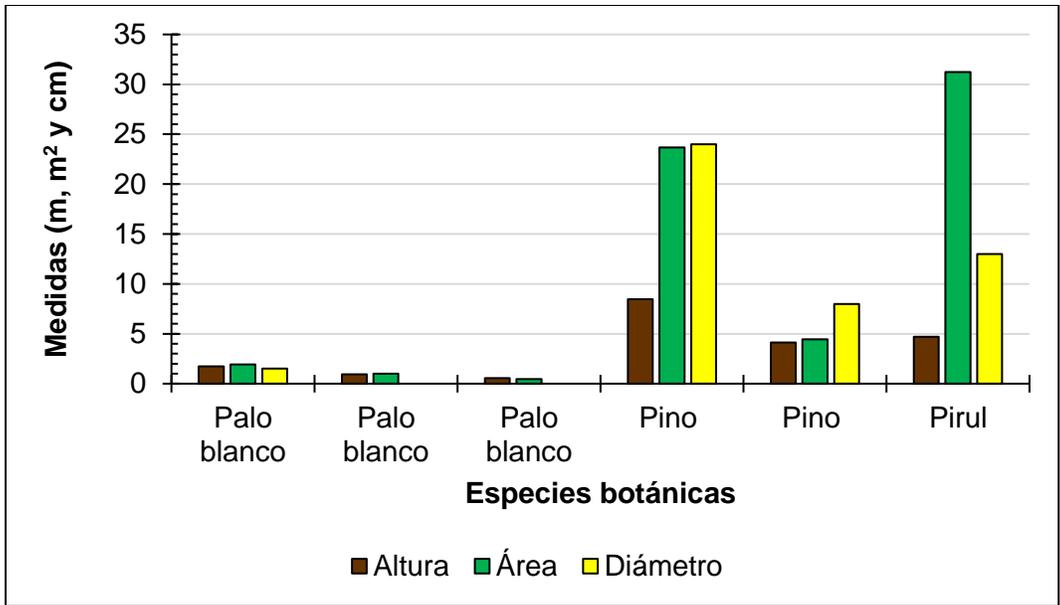


Figura 70 (continuación). Características del arbolado en la parcela 5 de San Atenógenes.

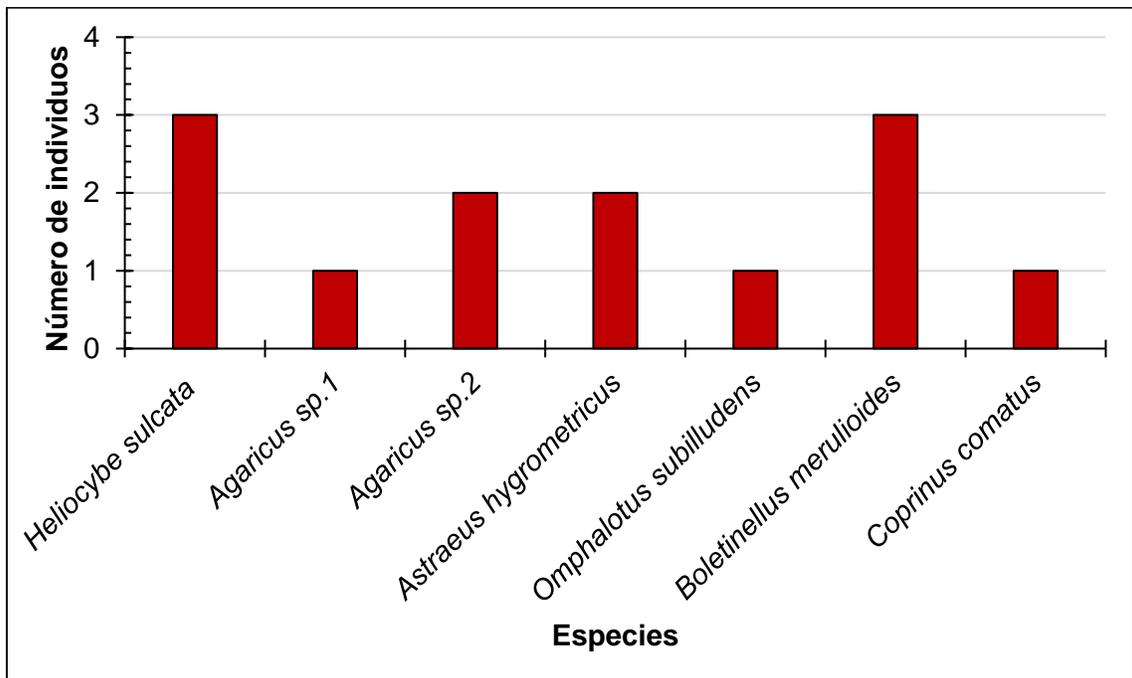


Figura 71. Especies de hongos presentes en la parcela 5 de San Atenógenes.

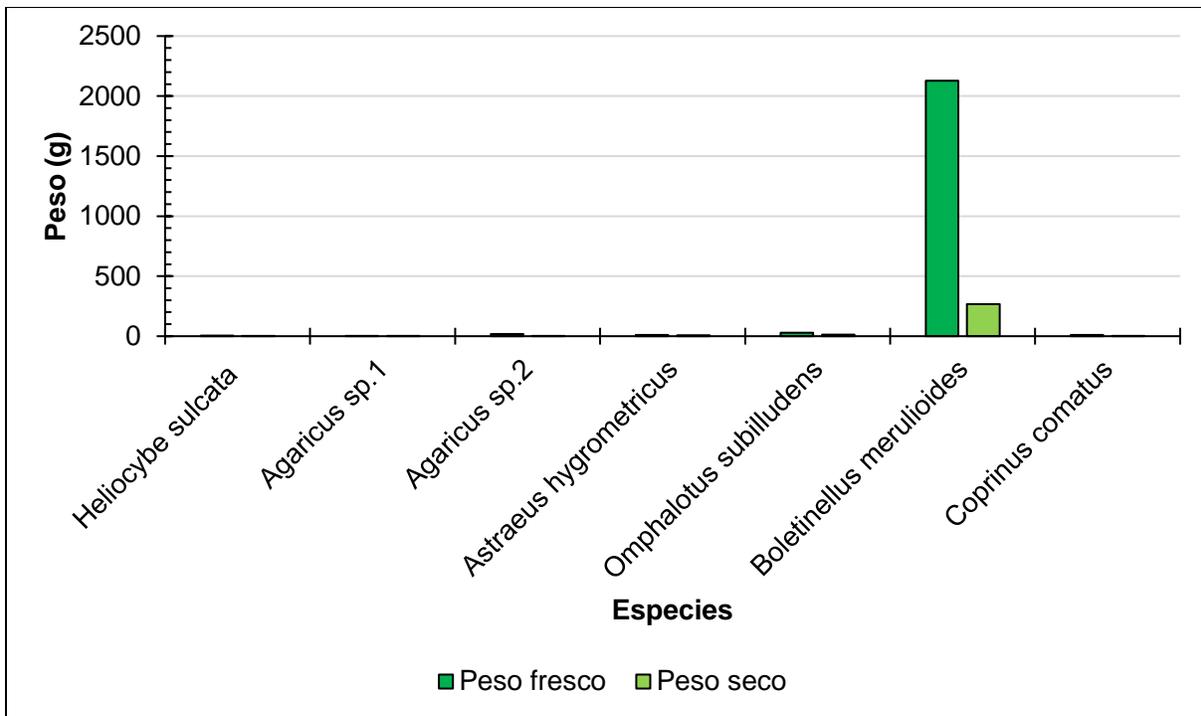


Figura 72. Producción de hongos en la parcela 5 de San Atenógenes.

Las especies botánicas encontradas en la comunidad Veracruz fueron: cardenche (*Cylindropuntia* sp.), encino (*Quercus* spp.), huizache (*Acacia* sp.), nopal (*Opuntia* spp.), palo blanco, palo colorado, pino (*Pinus* spp.) y táscate (*Juniperus* sp.). En la parcela 1 de esta comunidad hubo 33 árboles, de los cuales 19 fueron pinos, 6 huizaches, 4 encinos, 2 palos blancos y 2 palos colorados, las alturas de los árboles fue de 0.26 a 13.2 m, la cobertura de las copas fue de 0.07 a 79.33 m², teniendo una cobertura total de la vegetación de 394.23 m², los diámetros a la altura del pecho de los árboles, fueron de 1 a 38 cm (Figura 73). Se presentaron 6 especies de hongos, todas las especies contaron con 1 individuo cada una (Figura 74). Las especies que presentaron mayor producción fueron *Inocybe* sp.2 con 6 g de peso fresco y 1 g de peso seco, luego *Bovista* sp. 2 con 4 y 1 g y en tercer lugar *Lentinus arcularius* con 3 y 2 g, la producción total fue de 15 y 6 g de peso fresco y peso seco, respectivamente (Figura 75).

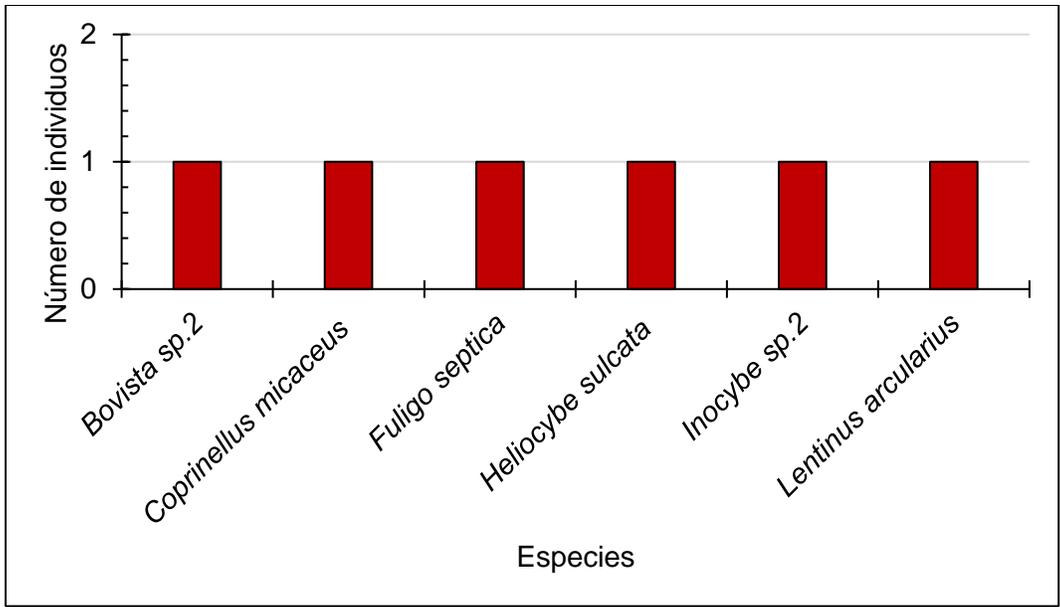


Figura 74. Especies de hongos presentes en la parcela 1 de Veracruz.

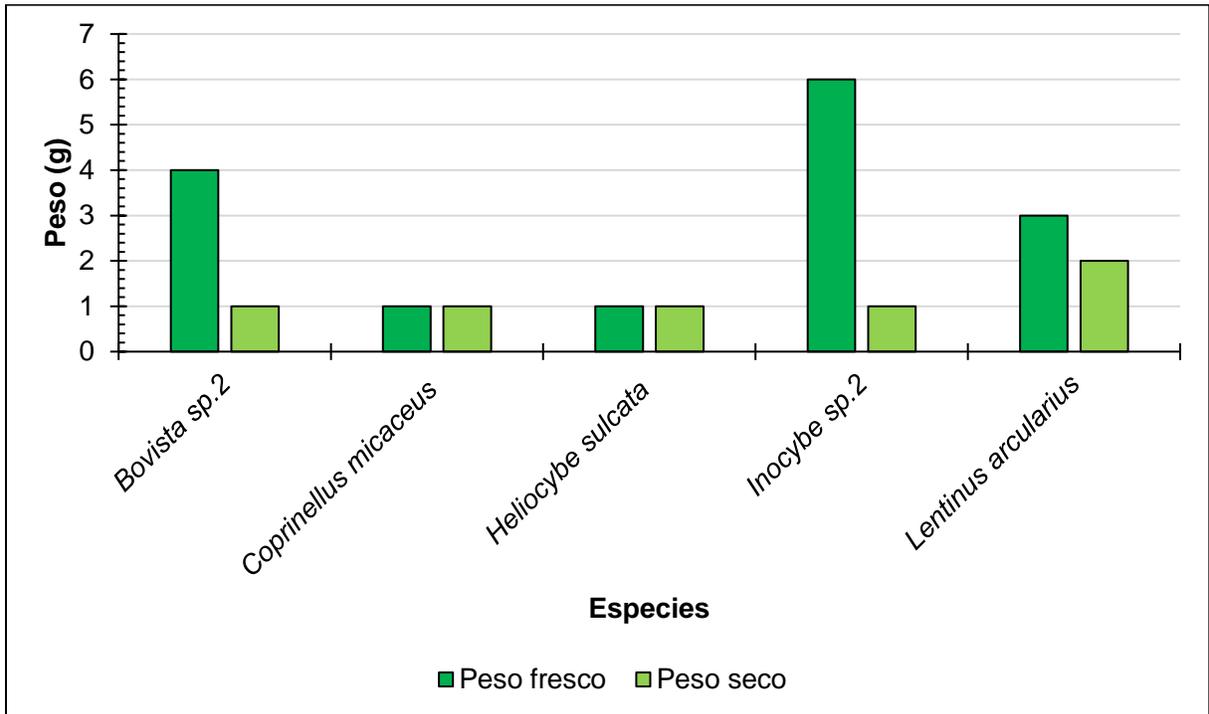


Figura 75. Producción de hongos en la parcela 1 de Veracruz.

En la parcela 2, correspondiente a la comunidad de Veracruz hubo 9 árboles, de los cuales 7 son encinos y 2 pinos, las alturas de los árboles fueron de 0.78 a 4.62 m, la cobertura de las copas fue de 0.18 a 59.99 m², teniendo una cobertura total de la vegetación de 129.63 m², los diámetros a la altura del pecho de los árboles, fue de 3 a 34 cm (Figura 76). Se presentaron 13 especies de hongos, todas las especies contaron con 1 individuo cada una (Figura 77). Las especies que presentaron mayor producción fueron *Lentinus arcularius* con 11 g de peso fresco y 4 g de peso seco, luego *Stereum ostrea* con 6 y 4 g y en tercer lugar *Panaeolus antillarum* y *Entoloma* sp. con 5 y 1 g, la producción total fue de 33 y 14 g de peso fresco y peso seco, respectivamente (Figura 78).

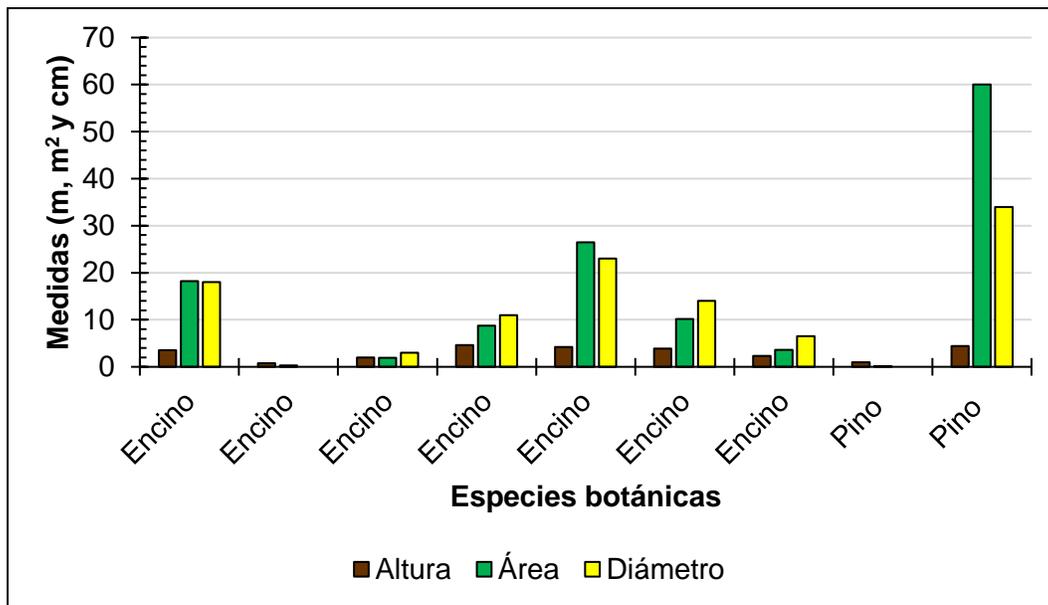


Figura 76. Características del arbolado en la parcela 2 de Veracruz.

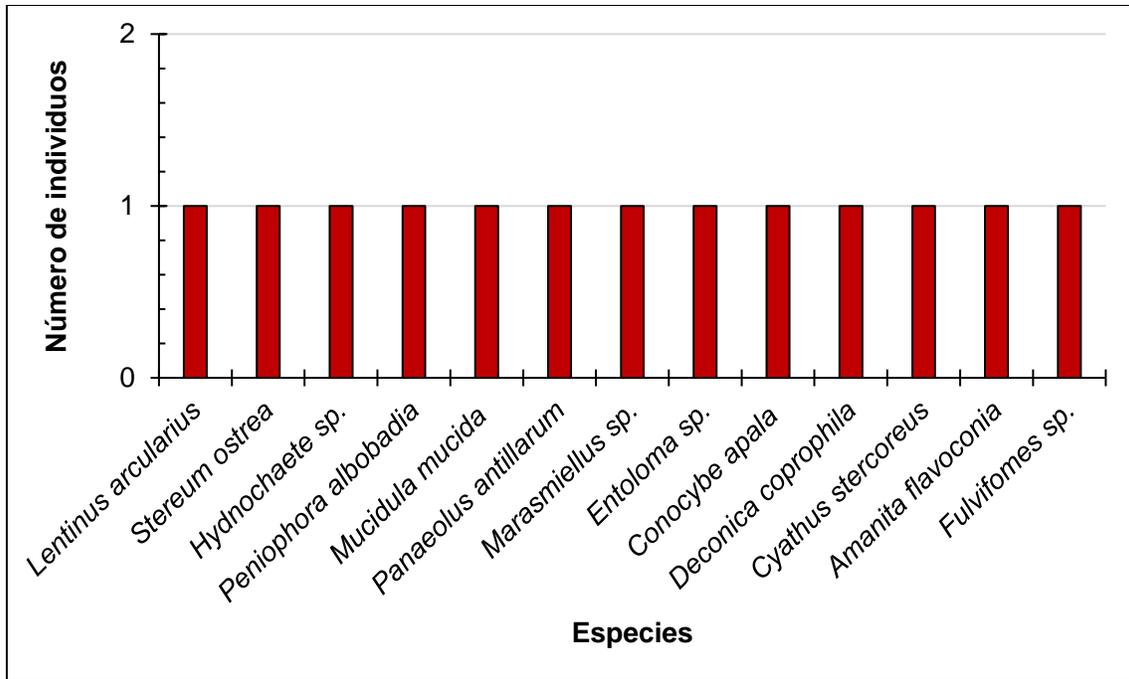


Figura 77. Especies de hongos presentes en la parcela 2 de Veracruz.

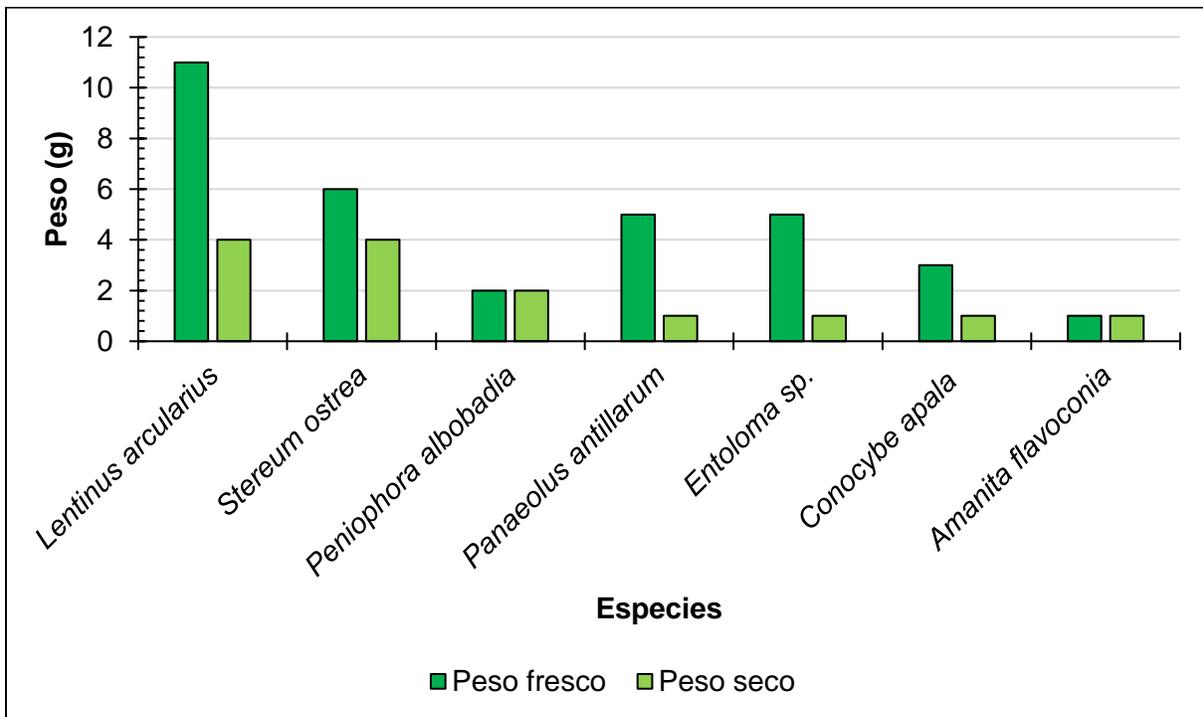


Figura 78. Producción de hongos en la parcela 2 de Veracruz.

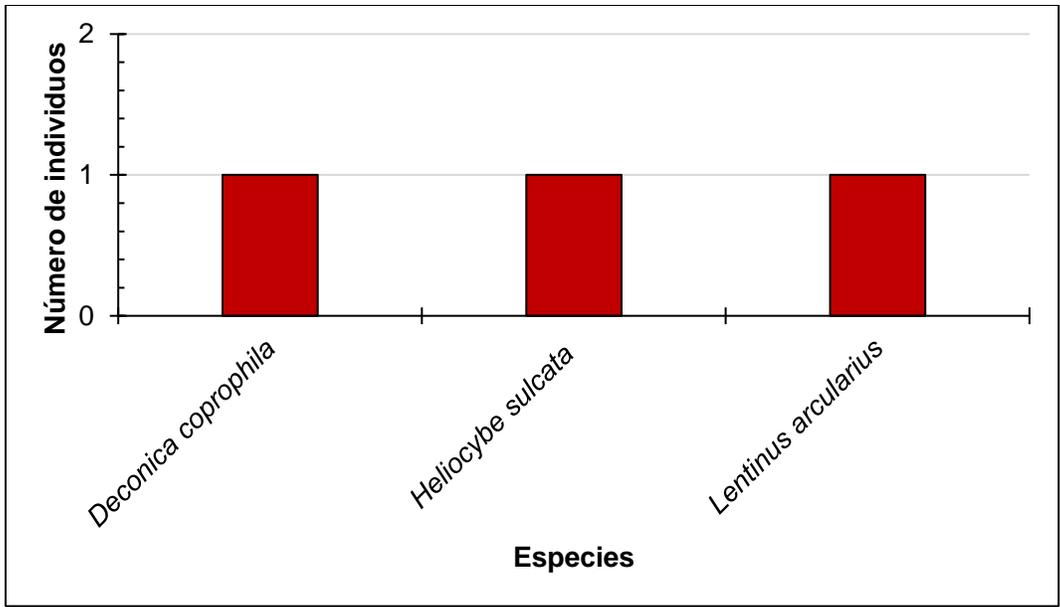


Figura 80. Especies de hongos presentes en la parcela 3 de Veracruz.

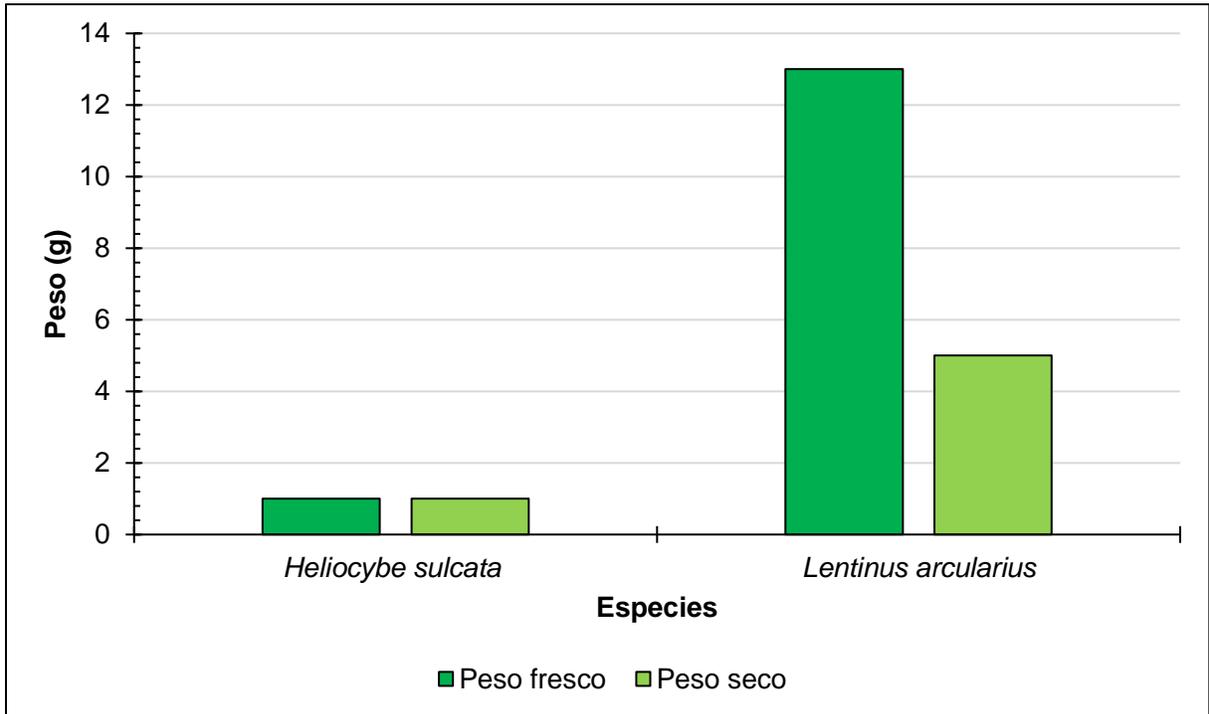


Figura 81. Producción de hongos en la parcela 3 de Veracruz.

En la parcela 4, correspondiente a la comunidad de Veracruz hubo 7 árboles, de los cuales 3 huizaches, 2 pinos, 1 cardenchi y 1 palo blanco, las alturas de los árboles fue de 0.5 a 8.87 m, la cobertura de las copas fue de 0.08 a 55.42 m², teniendo una cobertura total de la vegetación de 71.93 m², los diámetros a la altura del pecho de los árboles, fue de 4 a 31 cm (Figura 82). Se presentaron 4 especies de hongos, la que tuvo más individuos fue *Heliocybe sulcata* (2) y las demás especies contaron con 1 individuo cada una (Figura 83). Las especies que presentaron mayor producción fueron *Bovista* sp.1 con 4 g de peso fresco y 3 g de peso seco y *Heliocybe sulcata* con 2 y 2 g, la producción total fue de 6 y 5 g de peso fresco y peso seco, respectivamente (Figura 84).

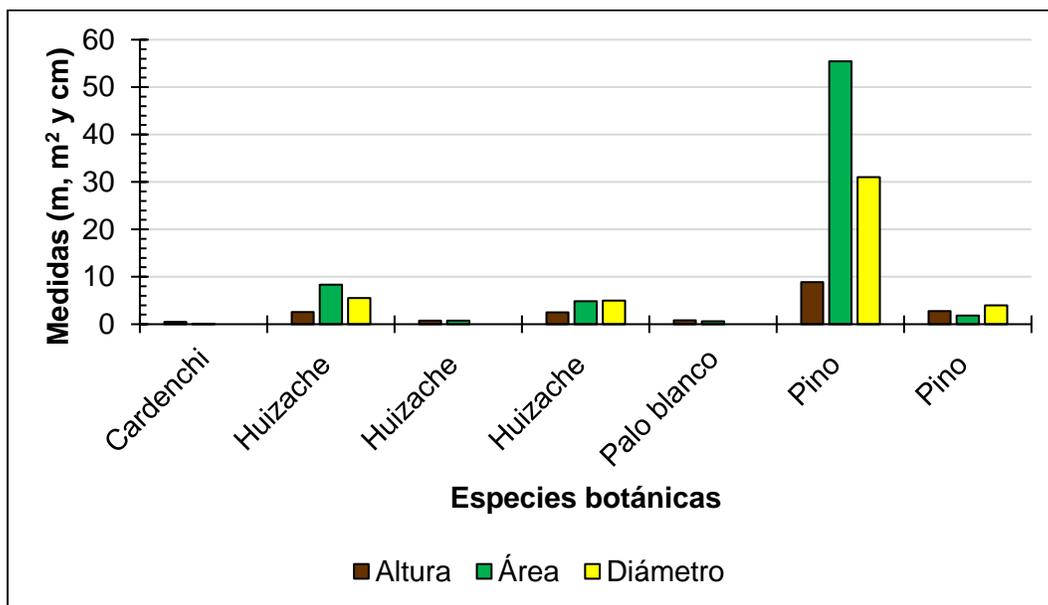


Figura 82. Características del arbolado en la parcela 4 de Veracruz.

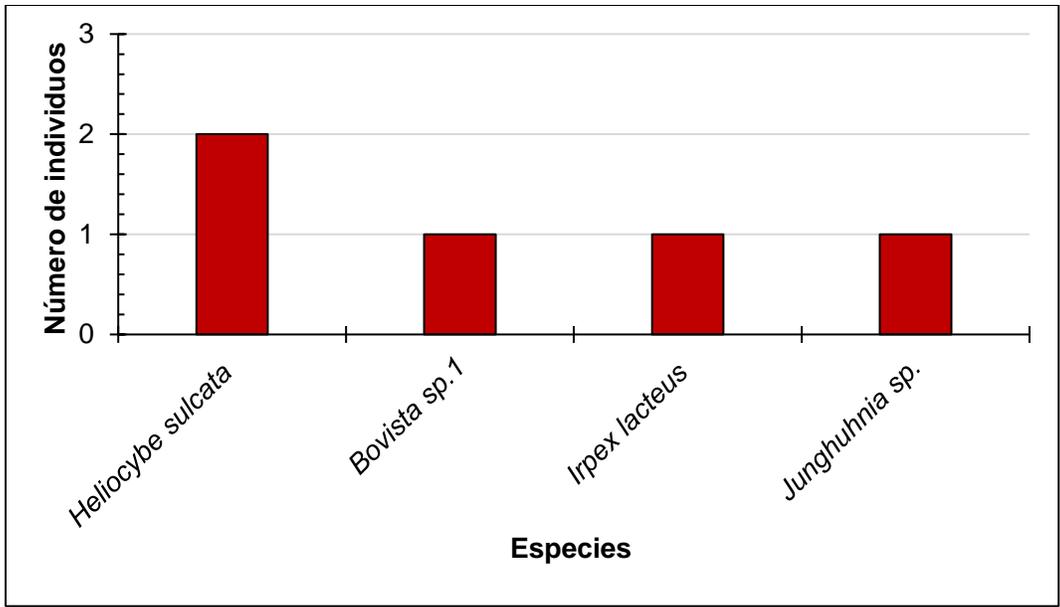


Figura 83. Especies de hongos presentes en la parcela 4 de Veracruz.

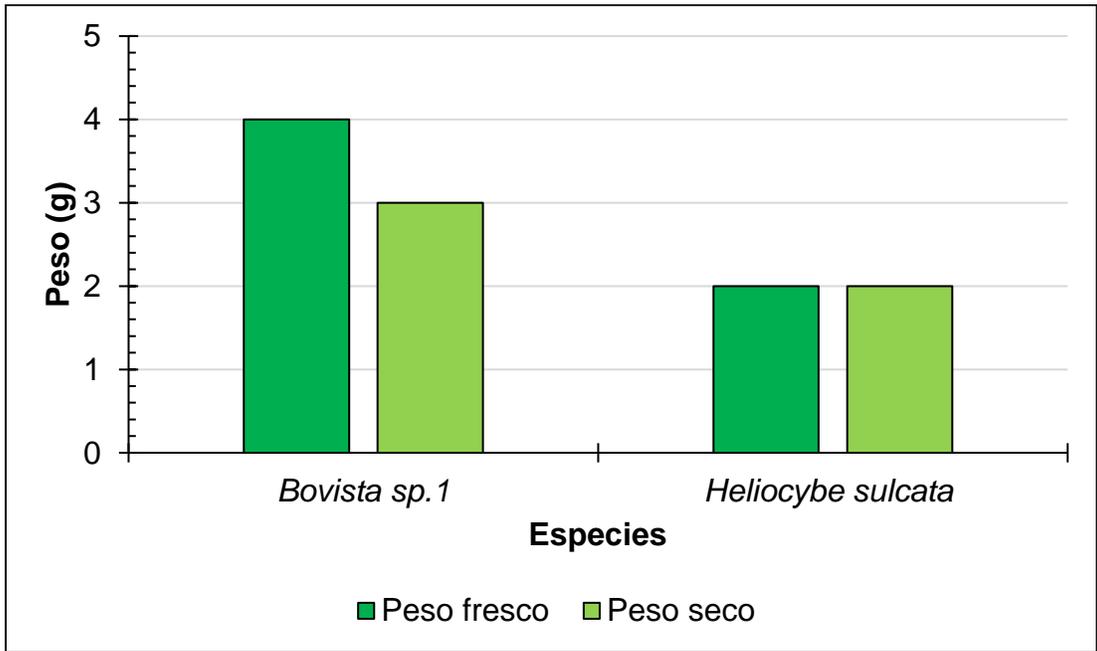


Figura 84. Producción de hongos en la parcela 4 de Veracruz.

En la parcela 5, correspondiente a la comunidad de Veracruz hubo 11 árboles, de los cuales 4 fueron huizaches, 3 cardenchi, 2 palos blancos, 1 nopal y 1 pino, las alturas de los árboles fueron de 0.95 a 6.58 m, la cobertura de las copas fue de 0.46 a 51.4 m², teniendo una cobertura total de la vegetación de 109.82 m², los diámetros a la altura del pecho de los árboles, fue de 0.5 a 47 cm (Figura 85). Se presentaron 4 especies de hongos, la que tuvo más individuos fue *Deconica coprophila* (3) y las demás especies contaron con 1 individuo cada una (Figura 86). Las especies que presentaron mayor producción fueron *Agaricus* sp.3 con 4 g de peso fresco y 1 g de peso seco, luego *Deconica coprophila* con 3 y 2 g y en tercer lugar *Conocybe apala* con 1 y 1 g, la producción total fue de 9 y 5 g de peso fresco y peso seco, respectivamente (Figura 87).

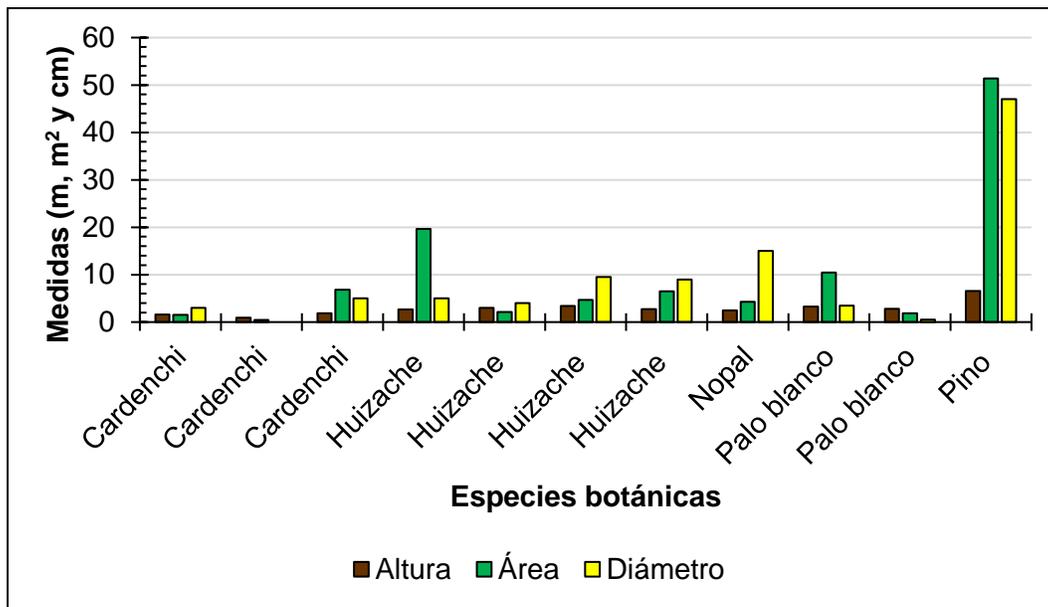


Figura 85. Características del arbolado en la parcela 5 de Veracruz.

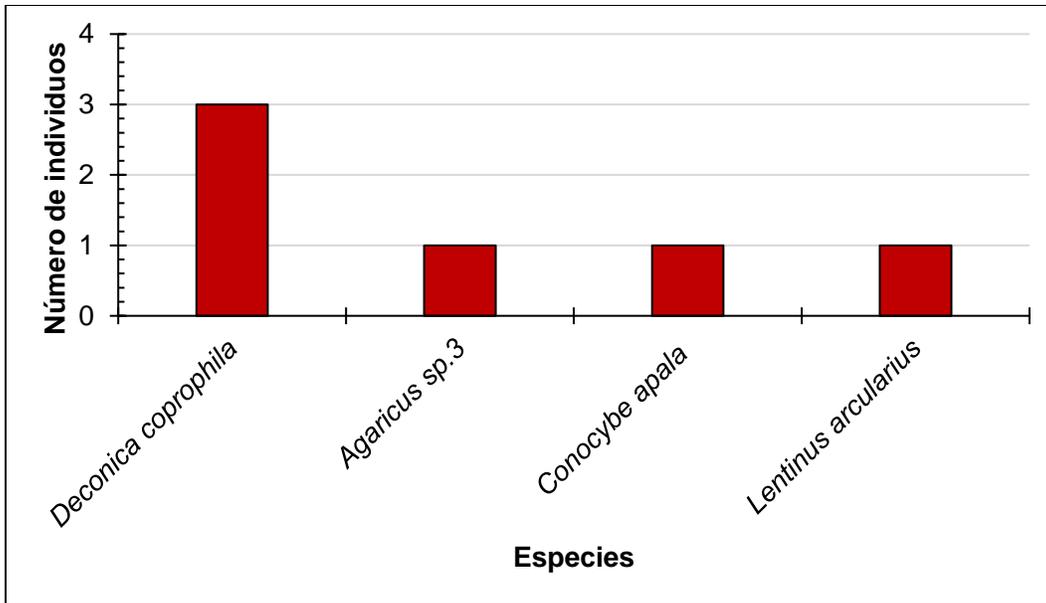


Figura 86. Especies de hongos presentes en la parcela 5 de Veracruz.

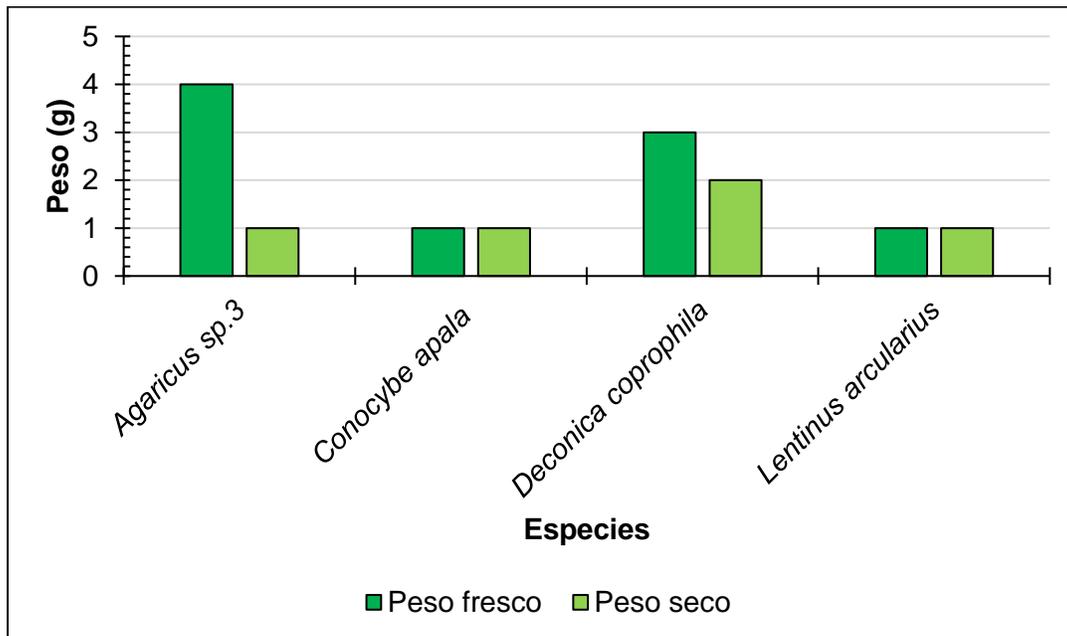


Figura 87. Producción de hongos en la parcela 5 de Veracruz.

6.3. Diversidad

6.3.1. Índice de diversidad

Se tomó como referencia que los valores del Índice de Margalef inferiores a 2.0 indican baja diversidad, mientras que valores superiores a 5.0 indican alta biodiversidad, los índices de diversidad en todos los sitios fueron superiores a 5.0, lo cual indica alta biodiversidad, el orden de los valores en forma descendente es Cieneguilla (9.44), San Atenógenes (7.94) y Veracruz (6.01). A pesar de estos resultados, se pueden ver diferencias cuando se está en campo, ya que algunos de los sitios están en mejores condiciones, tal vez no han sufrido tanta perturbación o se hacen en ellos obras de conservación, por el contrario, los sitios que presentan índices más bajos pueden estar sufriendo un manejo no sostenible, reflejado en la sobreexplotación debido a la ganadería o a la creación de nuevas áreas de cultivo (Cuadro 12).

Cuadro 12. Índices de diversidad de las comunidades de Poanas, Dgo.

Sitio	Índice de Margalef
Cieneguilla	9.44
San Atenógenes	7.94
Veracruz	6.01

6.3.2. Índice de similitud

De acuerdo a los índices de similitud de Jaccard, los sitios con mayor similitud correspondieron a Cieneguilla y San Atenógenes con un porcentaje de similitud del 11%, por otro lado, los sitios que presentaron mayor disimilitud fueron San Atenógenes y Veracruz con un valor de 5%. Los valores fueron de 11% o menos, lo que denota la gran variación en un área de investigación relativamente pequeña (Cuadro 13).

Cuadro 13. Índices de similitud de las comunidades de Poanas, Dgo.

Sitios	Índice de similitud de Jaccard
Cieneguilla - San Atenógenes	0.11
Cieneguilla - Veracruz	0.10
San Atenógenes -Veracruz	0.05

6.4. Análisis multivariado MVSP

6.4.1. Cieneguilla

De acuerdo al análisis multivariado realizado para la comunidad de Cieneguilla, se observa que existen 4 grupos, donde se observan las especies con mayor similitud; *Laccaria laccata* y *Astraeus hygrometricus* y las especies con menor similitud que fueron; *Panaeolus papilionaceus*, *Melanoleuca melaleuca*, *Gautieria* sp., *Disciseda candida*, *Xylaria polymorpha*, *Trametes versicolor*, *Protostropharia semiglobata*, *Gymnopilus* sp. y *Agaricus xanthodermus* (Figura 88).

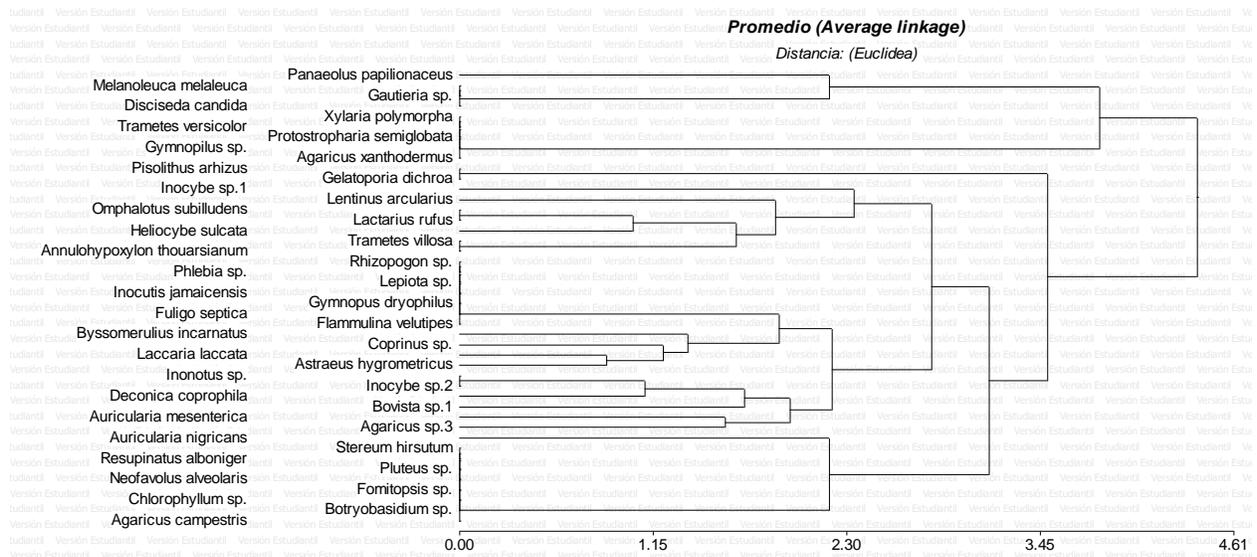


Figura 88. Análisis multivariado de Cieneguilla.

6.4.2. San Atenógenes

En San Atenógenes el análisis multivariado indica tres grupos, en el cual *Inocybe* sp.1, *Russula cyanoxantha*, *Inocybe* sp.2 y *Geastrum mínimum* son las especies con mayor similitud y las especies con menor similitud fueron: *Geastrum quadrifidum*, *Ganoderma resinaceum* y *Fuligo cinerea* (Figura 89).

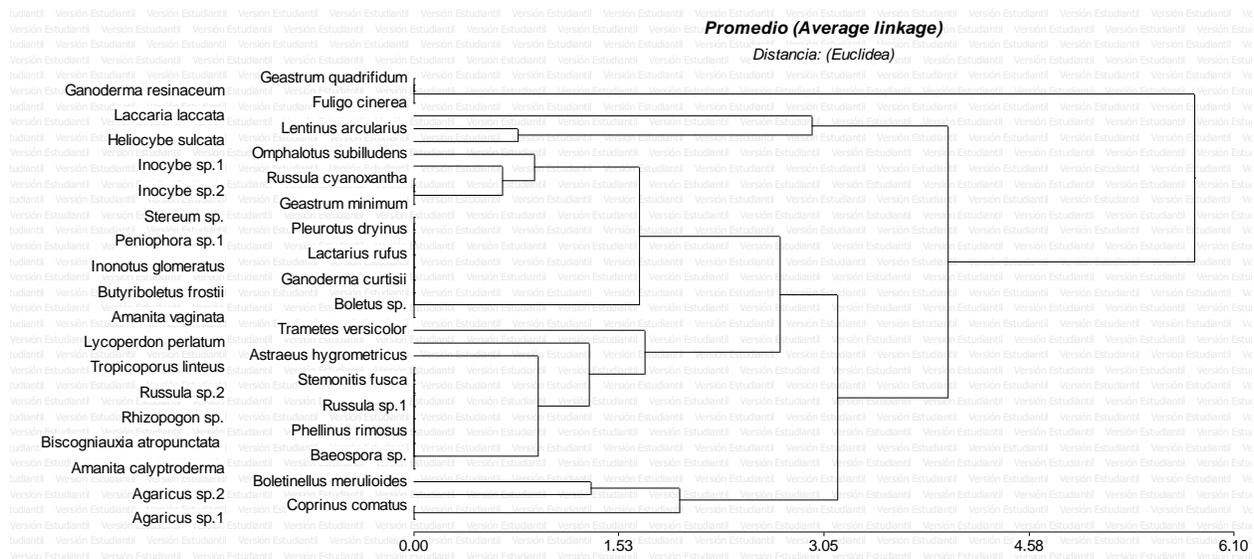


Figura 89. Análisis multivariado de San Atenógenes.

6.4.3. Veracruz

En la comunidad de Veracruz de acuerdo al análisis multivariado hay 4 grupos, en el cual se pueden observar las especies de mayor similitud que fueron; *Lentinus arcularius* y *Conocybe apala*, por otra parte, las especies que presentaron una similitud menor fueron; *Inocybe sp.2*, *Fuligo septica*, *Coprinellus micaceus* y *Bovista sp.2* (Figura 90).

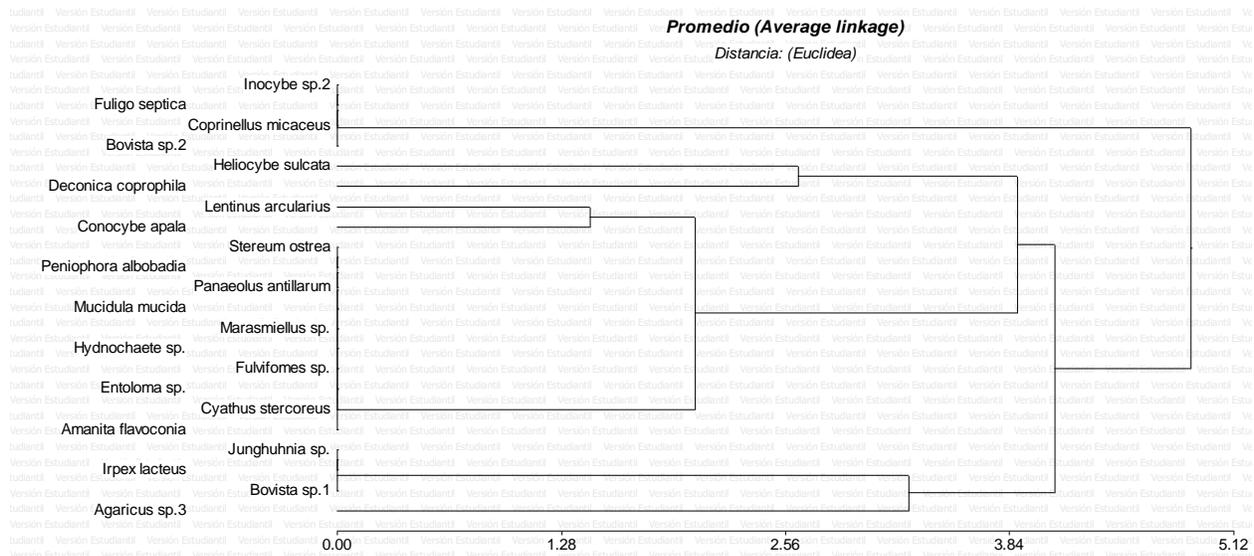


Figura 90. Análisis multivariado de Veracruz.

6.4.4. Análisis de los tres sitios

Se realizó un análisis multivariado para los tres sitios, através del cual se determinaron cuatro grupos, donde se pueden observar las especies de mayor similitud que fueron; *Trametes versicolor* e *Inocybe* sp.2, por otro lado, las especies de menor similitud fueron; *Junghuhnia* sp. e *Irpex lacteus* (Figura 91).

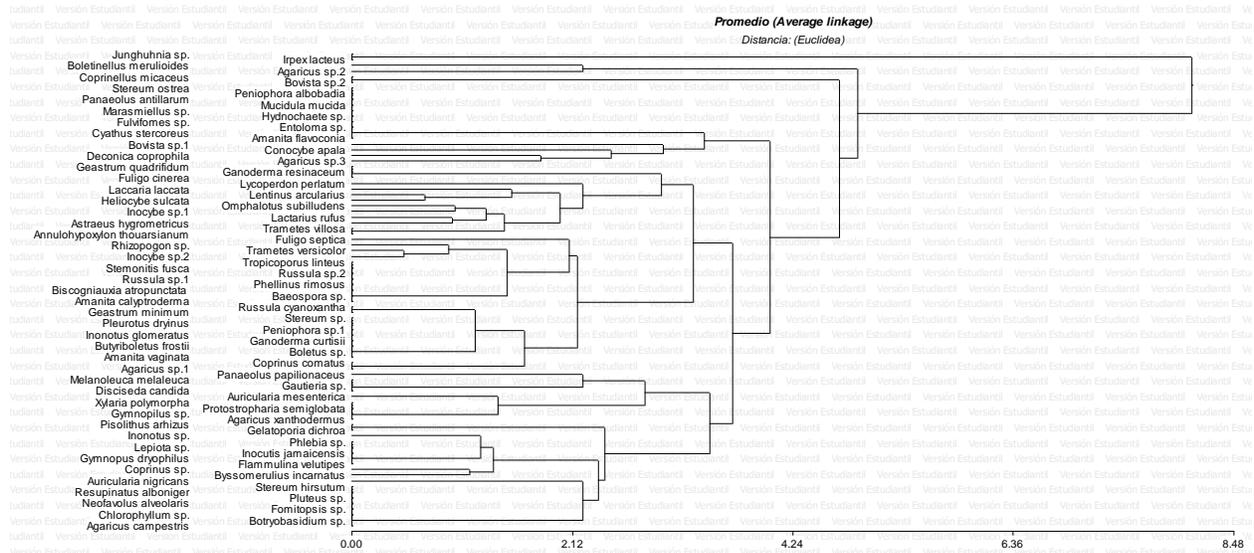


Figura 91. Análisis multivariado de los tres sitios.

6.5. Análisis de correlación canónica

6.5.1. Cieneguilla

En el análisis de correlación canónica realizado para Cieneguilla se aglomeran las especies en varios grupos, uno de estos destaca y se relaciona con las variables de luminosidad y humedad, las especies de este grupo son; *Agaricus campestris*, *Auricularia nigricans*, *Botrybasidium* sp., *Chlorophyllum* sp., *Fomitopsis* sp., *Neofavolus alveolaris*, *Pluteus* sp., *Resupinatus alboniger* y *Stereum hirsutum*. De manera un poco aislada, pero relacionándose con las mismas variables está la especie *Omphalotus subilludens*; por otro lado, las especies *Auricularia mesenterica* e *Inocybe* sp.1 están relacionadas con las variables de altitud y temperatura. Destaca otro conjunto de especies, las cuales son las que más se alejan de cualquier variable y estas son:

Agaricus xanthodermus, *Gymnopilus* sp., *Protostropharia semiglobata*, *Trametes versicolor* y *Xylaria polymorpha* (Figura 92). Cabe señalar que, de acuerdo a la forma en que el programa CANOCO arroja los datos, se puede apreciar que se da una superposición de algunas de las especies en las figuras presentadas, por lo cual se sugiere consultar el ANEXO 1, para tener una visión más amplia de la distribución de las especies en la gráfica.

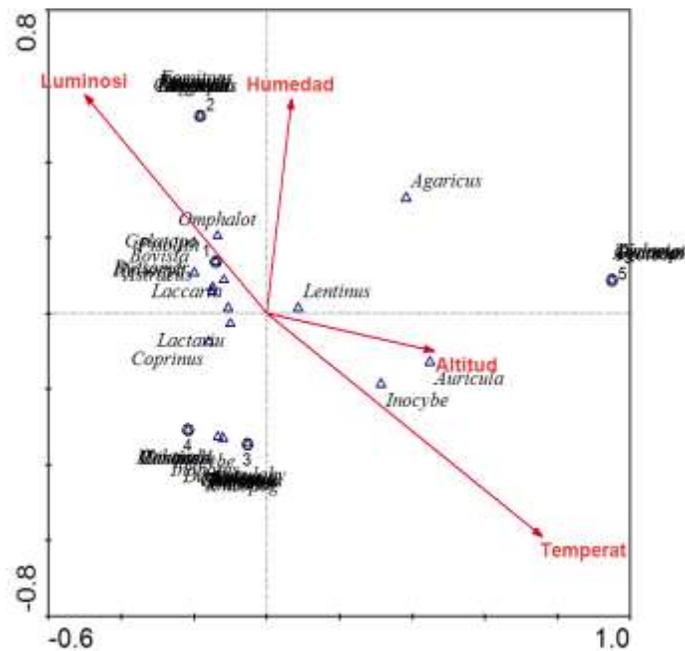


Figura 92. Análisis de correlación canónica en la comunidad de Cieneguilla.

6.5.2. San Atenógenes

En la comunidad de San Atenógenes al realizar este análisis se formaron distintos grupos, el conjunto que cuenta con mayor número de especies se relaciona con las variables de humedad y temperatura, las especies pertenecientes a esta agrupación fueron; *Amanita calyptroderma*, *Baeospora* sp., *Biscogniauxia atropunctata*, *Lycoperdon perlatum*, *Phellinus rimosus*, *Rhizopogon* sp., *Russula* sp.1, *Russula* sp.2, *Stemonitis fusca* y *Tropicoporus linteus*, por otra parte las especies *Trametes versicolor* y *Lentinus arcularius* se relacionaron con la altitud y la luminosidad, en otro caso cuatro de las especies que se registraron en esta comunidad se posicionaron en los puntos más

alejados a cualquiera de las variables y estas fueron; *Agaricus* sp.1, *Agaricus* sp.2, *Boletinus merulioides* y *Coprinus comatus* (Figura 93).

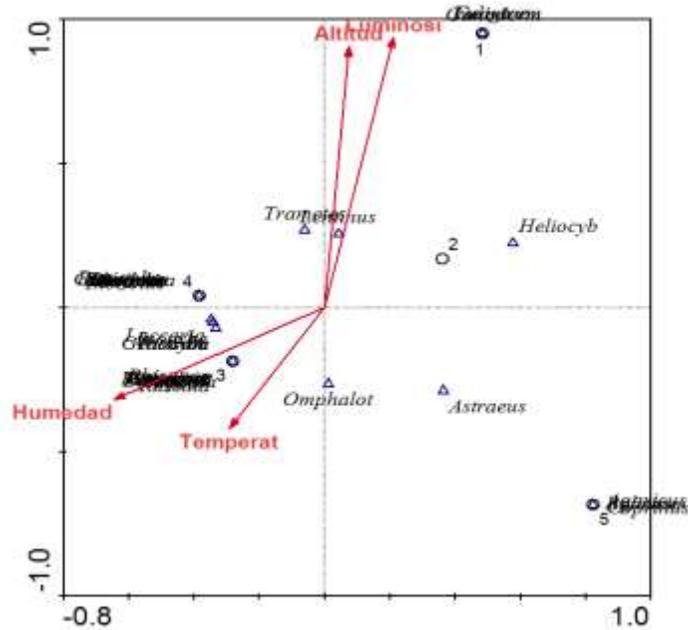


Figura 93. Análisis de correlación canónica en la comunidad de San Atenógenes.

6.5.3. Veracruz

A diferencia de los análisis anteriores, aquí si aparece la variable pH, debido a que en esta comunidad hubo diferencias en sus valores medidos. La especie *Lentinus arcularius* se relaciona con la variable altitud; por otro lado, las especies *Agaricus* sp.3 y *Deconica coprophila* se relacionan con la variable pH, por otra parte, hubo tres especies que estuvieron más alejadas de cualquier variable; *Bovista* sp.1, *Irpex lacteus* y *Junghuhnia* sp. (Figura 94).

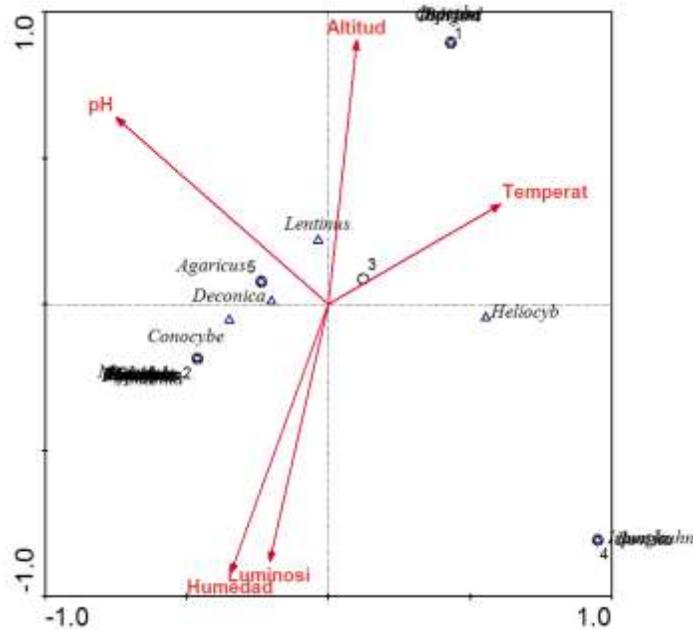


Figura 94. Análisis de correlación canónica en la comunidad de Veracruz.

6.5.4. Análisis de los tres sitios

Al llevar a cabo este análisis, destaca la especie *Lentinus arcularius* que se ve relacionada con las variables temperatura, altitud y luminosidad; por otro lado, las especies *Coprinus* sp., *Fuligo cinerea*, *Ganoderma resinaceum*, *Inonotus* sp., *Geastrum quadrifidum* y *Heliocybe sulcata*, así como otro grupo conformado por *Disciseda candida*, *Gautieria* sp., *Melanoleuca melaleuca* y *Panaeolus papilionaceus*, se relacionan con la variable altitud. Por otra parte, las especies que no se ven relacionadas con ninguna variable son *Irpex lacteus* y *Junghuhnia* sp. A manera general, la mayoría de las especies encontradas en los tres sitios tienden a relacionarse con las variables de pH, temperatura y altitud (Figura 95).

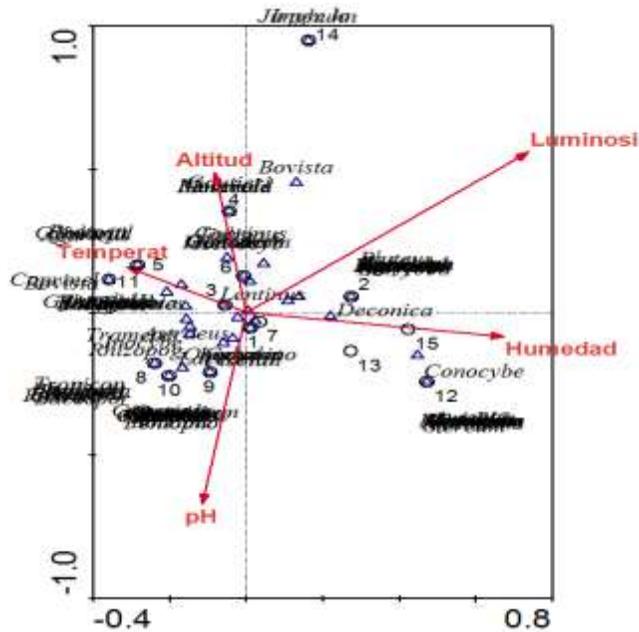


Figura 95. Análisis de correlación canónica en los tres sitios.

6.6. Análisis molecular de las especies

Como ya se había previsto en el análisis taxonómico varias especies se identificaron hasta género acertadamente; *Ganoderma*, *Inonotus* y *Omphalotus*, los cuales se complementaron mediante el análisis molecular añadiéndoles la especie. Se identificó molecularmente la especie *Inocutis jamaicensis*, distinta a lo que ya se había determinado morfológicamente, por otro lado *Pisolithus arhizus* se identificó certeramente tanto morfológica como molecularmente y *Protostropharia* solo se comprobó hasta género molecularmente. Casi todas las especies mencionadas con anterioridad se pudieron analizar mediante micelio cultivado y solo *Omphalotus subilludens* se pudo aislar también mediante tarjeta FTA® (Cuadro 14).

Cuadro 14. Especies identificadas mediante biología molecular.

Especie identificada de acuerdo a la región ITS	Tipo de muestra
<i>Ganoderma curtisii</i> (Berk.) Murrill	Micelio cultivado
<i>Inocutis jamaicensis</i> (Murrill) A.M. Gottlieb, J.E. Wright & Moncalvo	Micelio cultivado
<i>Inonotus glomeratus</i> (Peck) Murrill	Micelio cultivado
<i>Omphalotus subilludens</i> (Murrill) H.E. Bigelow	Micelio cultivado
<i>Omphalotus subilludens</i> (Murrill) H.E. Bigelow	Tarjeta FTA
<i>Pisolithus arhizus</i> (Scop.) Rauschert	Micelio cultivado
<i>Protostropharia</i> sp.	Micelio cultivado

VII. DISCUSIÓN

De acuerdo con el análisis taxonómico, en el área de estudio ubicada en Valle de Poanas, Durango, se determinaron 85 especies de hongos pertenecientes 64 géneros y 37 familias. Para el Estado de Durango, Valenzuela *et al.* (2017), reportan 758 especies registradas, de las cuales 675 se distribuyen en bosques templados de la Sierra Madre Occidental, 68 en zonas agrícolas, y 15 en zonas desérticas, representando en su conjunto el 0.38% de las 200,000 especies estimadas para México (Guzmán, 1998).

Ugalde (2013) discute que la condición del bosque de encino en su área de estudio presentó mayor número de especies de macromicetos que en el bosque de pino-encino; esto se explica a razón de que no solo existen en el lugar especies botánicas del género *Quercus* y *Pinus*, sino que se desarrollan especies del tipo matorral, correspondiendo a una zona de transición, lo que genera una heterogeneidad en la vegetación y mayor diversidad de hongos, como es el caso del bosque templado del Valle de Poanas, Durango, que está rodeado por zona árida.

La mayoría de los hongos, de acuerdo a su hábito, fueron saprobios, localizándose 51 especies, seguida por los micorrícicos con 18, los parásitos con 12, y los patógenos con 4 especies. En Durango se ha observado la abundancia de dos grupos ecológicos de hongos: los micorrícicos, con 254 especies, y los xilófagos, con 271; de estos últimos, 78 fueron considerados como patógenos de importancia forestal (Valenzuela *et al.*, 2017).

Acorde a su comestibilidad, se determinó en orden descendente que 49 de las especies de hongos fueron no comestibles, los tóxicos con 18, luego los comestibles con 15 y los medicinales con 3 especies. En México se conocen 300 especies de hongos comestibles, de las cuales en Durango se han reportado 133, además para este estado se han reportado 23 especies medicinales (Valenzuela *et al.*, 2017).

Realizando una comparación del presente estudio con uno similar en otro lugar del país, se exponen las características de clima y vegetación de los dos lugares; el clima predominante en el Valle de Poanas, Durango, es semiseco templado, con una temperatura media anual de 17°C y una precipitación normal de 492.3 mm (SMN, 2010), el tipo de vegetación es bosque de pino y bosque de encino-pino. Por otro lado, en el municipio de San Juanito, Chihuahua, el área de estudio del trabajo realizado por Valdés

(2014) se caracterizó por tener un clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano y humedad alta a media, la temperatura media anual oscila entre 12 y 18°C, con precipitaciones anuales de entre 500 y 800 mm, y caracterizada por una vegetación de bosque de pino y bosque de pino-encino. En cuanto a la producción del bosque en el Valle de Poanas, Durango, donde se consideró un área de recolecta de 4,500 m², se obtuvo una recolecta de hongos frescos de 8.08 kg, que al ser deshidratarse se redujo a 2.85 kg de peso seco; por otro lado, en el municipio de San Juanito, cubriendo un área de colecta de 7,000 m², Valdés (2014) obtuvo 5.45 kg de peso fresco de hongos, reduciéndose a 2.43 kg de peso seco. Cabe mencionar que las actividades en estas áreas difieren, por el uso ganadero (INEGI, 2014) y el segundo por la actividad forestal, indicándose que el 83% de la superficie de San Juanito contempla esta actividad, influyendo en los índices de diversidad que fueron: 6.01, 7.94 y 9.44, y los que reporta Valdés (2014), en su estudio fueron de 1.9, 2.3, 4.7, 6.3, 6.3. De acuerdo con el Índice de Margalef, los valores inferiores a 2.0 indican baja biodiversidad y los superiores a 5.0 indican alta biodiversidad; en este estudio, los valores están por arriba del 5.0, y los de Valdés (2014) estuvieron por debajo de 2.0, ya que el área de colecta se localizó en pastizales inducidos. Referente a los índices de similitud, en este estudio se obtuvieron valores de 0.05, 0.10 y 0.11, mientras que en el estudio de Valdés (2014) fueron de: 0.05, 0.05, 0.09, 0.10 y 0.19. Basados en el índice de similitud de Jaccard, podemos decir que en San Juanito, Chihuahua, sólo hubo una similitud mayor entre dos sitios comparados con los de este estudio.

De acuerdo con Garibay-Orijel *et al.* (2009), la fructificación de los hongos depende de la fenología reproductiva de cada especie, inducida por variables ambientales como la precipitación. Además, Arteaga y Moreno (2006) concluyen en su estudio que la temperatura influye también en la producción de hongos. En este estudio se llevó a cabo un análisis de conglomerados jerárquicos, la cual es una técnica multivariante que permite agrupar las variables en función de su similaridad entre ellas (Universidad de Sevilla, 2018); las variables ambientales en este estudio fueron: altitud, luminosidad, pH, temperatura y humedad, con el cual se determinaron 4 grupos en los tres sitios del área de investigación, observando que las especies de mayor similitud fueron *Trametes*

versicolor e *Inocybe* sp.2, por otro lado, las especies de menor similitud fueron *Junghuhnia* sp. e *Irpex lacteus*.

También se realizó un análisis de correlación canónica utilizando las mismas variables, cuyos resultados nos muestran que la especie *Lentinus arcularius* destacó, viéndose relacionada con las variables temperatura, altitud y luminosidad. Por otra parte, las especies que no se ven relacionadas con ninguna variable fueron *Irpex lacteus* y *Junghuhnia* sp. En términos generales, la mayoría de las especies encontradas en los tres sitios tienden a relacionarse con las variables de pH, temperatura y altitud.

Comparando el análisis multivariado y de correlación canónica, se determinó que las especies *Irpex lacteus* y *Junghuhnia* sp. tuvieron menor similitud con el resto de las especies y no se vieron influenciadas por alguna variable. Valdés (2014) concluye en su estudio que la densidad total de macromicetos se encuentra determinada por la exposición del terreno seguido por la luminosidad. En un estudio similar, Barraza (2014) nos indica que las variables ambientales que más influyeron en la abundancia de hongos fueron pendiente, exposición y temperatura del suelo.

Molecularmente solo se pudieron identificar seis especies, utilizando como muestra micelio cultivado de los hongos aislados, no de aquellos preservados; esto viene relacionado con el estudio de Kalač (2013), quien menciona que el éxito del aislamiento del hongo se debe en buena medida a su estado de conservación durante la colecta, su hábito (saprobio, micorrízico, parásito o patógeno) y al tipo de medio de cultivo que se utilice para propagarlo; sin embargo, para el hongo *Omphalotus subilludens* se pudo aislar su ADN en las tarjetas FTA. En la actualidad, en trabajos de investigación de identificación taxonómica basado en características morfológicas, es recomendable confirmar la especie con un análisis molecular para identificar al hongo y para posteriores estudios de biotecnología aplicada (Torres y Guzmán, 2005).

VIII. CONCLUSIONES

1. El Valle de Poanas, Durango, mostró una gran diversidad de macromicetos, con 85 especies encontradas en los tipos de vegetación estudiados.
2. La fructificación de los hongos depende de las condiciones ambientales, pero dentro de estos factores se consideran a la lluvia y la temperatura como factores determinantes para el crecimiento de estos organismos.
3. Los ciclos de vida de los hongos varían, por lo que cada especie fructifica en cierto período de tiempo; por ejemplo, algunas pueden fructificar año con año, mientras que otras pueden tardar varios años.
4. Este tipo de estudios se deben prolongar por un período de tiempo considerable para contribuir a aumentar el conocimiento de la biodiversidad de los recursos genéticos de los hongos.
5. Los índices calculados apoyan que esta área presentó alta biodiversidad, recomendando hacer una evaluación para conocer la salud de este ecosistema, para que a futuro las generaciones puedan disfrutar de sus bondades, desarrollando actividades productivas sostenibles.
6. Como se encontraron hongos comestibles en este bosque, se recomienda informar a las personas que hongos pueden consumir teniendo otra alternativa más de alimentación.

IX. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

De acuerdo a la información generada en este trabajo de investigación, la hipótesis planteada nos indica que en el bosque templado del Valle de Poanas, Durango existe una gran diversidad de macromicetos que cumplen una función en el ecosistema y que pueden tener un uso potencial, se acepta la hipótesis, identificando una gran cantidad de especies de hongos, caracterizados por tener diferentes hábitos y una clasificación en cuanto a comestibilidad que favorece la alternativa de aprovechamiento a nivel local.

X. 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, S76-S81.
- Alvarado-Castillo, G., Mata, G., y Benítez-Badillo, G. 2015. Importancia de la domesticación en la conservación de los hongos silvestres comestibles en México. *Bosque (Valdivia)*, 36(2), 151-161.
- Arora, D., *Mushrooms Demistified*. 1986. Ten Speed Press, Berkeley. pp. 936.
- Arteaga, M.B. y Moreno, Z.C. 2006. Los hongos comestibles silvestres de Santa Catarina del Monte, Estado de México. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 12(2): 125-131.
- Barraza, D.J.E. 2014. Identificación de micromicetos e insectos asociados a esporomas en 4 diferentes tipos de vegetación en el municipio de Bocoyna, Chihuahua. Tesis de MC, Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, N.L., México.
- Boddy, L. 2015. Fungi, Ecosystems, and Global Change. En: Watkinson, S.C., Boddy, L. y Money, N.P. (Eds.) 2015. *The Fungi (Third Edition)* (pp. 361-400).
- Brundrett, M. 2008. MYCORRHIZAL ASSOCIATIONS: The Web Resource. Consultado el 17 de septiembre de 2018, en <https://mycorrhizas.info/>
- Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B., Grove, T., y N. Malajczuk. 1996. Working with mycorrhizas in Forestry and Agriculture. The Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR). pp.347.
- Campbell, N.A. y Reece, J.B. 2007. *Biología*. Madrid, España. Editorial Médica Panamericana S.A.
- Castellano, M., Smith, J.E., O'Dell, T., Cázares, E., y S. 1999. Nugent Handbook to Strategy 1. Fungal Species in the Northwest Forest Plan. USDA, Forest Service. Pacific Northwest Research Station. General Technical Report PNW-GTR-476. pp. 195.
- Challen, M.P., A.J. Moore y D. Martínez-Carrera, 1995. Facile extraction and purification of filamentous fungal DNA. *BioTechniques* 18(6): 975-978
- Cifuentes, J., M. Villegas y L. Pérez-Ramírez. 1986. Hongos. In: *Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos*, A. Lot y F. Chiang (eds.). UNAM/Consejo Nacional de la Flora de México, A.C. México. p. 55-64.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). 2017. Recuperado el 27 de abril de 2017, de http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran_familia/hongos/hongos.html
- Courtecuisse, R. y Duhem, B. 1995. *Collins field guide Mushrooms & toadstools of Britain & Europe*. English edition. Italy. HarperCollins Publishers.
- De Diego, C.F. 2011. *Hongos Medicinales*. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa.

- Díaz, M.R., Marmolejo, M.J.G. y Valenzuela, R. 2005. Flora micológica de bosques de pino y pino-encino en Durango. *Ciencia UANL*, 8(3): 362-369.
- Enríquez, E. E. D., Koch, D.S. y González, E.M.S. 2003. Flora y vegetación de la Sierra de Órganos, municipio de Sombrerete, Zacatecas, México. Recuperado el 18 de junio de 2017, de <http://abm.ojs.inecol.mx/index.php/abm/article/viewFile/928/1094>
- Estrada-Martínez, E., Guzmán, G., Cibrián Tovar, D., y Ortega Paczka, R. 2009. Contribución al conocimiento etnomicológico de los hongos comestibles silvestres de mercados regionales y comunidades de la Sierra Nevada (México). *Interciencia*, 34(1): 25-33.
- Fenwick, D. 2017. APHOTOFUNGI. Recuperado el 10 de diciembre de 2017, de <http://www.aphotofungi.com/index.html#>
- García, J., D. Pedraza, C. I. Silva, R. L. Andrade y Castillo, J. 1998. Hongos del estado de Querétaro. 1a. edición. Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Forestales. pp. 263.
- 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(2), 521-534.
- González, E. M. S., González, E. M. y Cortés, O. A. 1993. Vegetación de la Reserva de la Biosfera "La Michilía", Durango, México. Recuperado el 18 de junio de 2017, de https://www.researchgate.net/profile/M_Socorro_Gonzalez-Elizondo/publication/26471326_Vegetacion_de_la_reserva_de_la_biosfera_La_Michilia_Durango_Mexico/links/02e7e52d188af82735000000/Vegetacion-de-la-reserva-de-la-biosfera-La-Michilia-Durango-Mexico.pdf
- González-Velázquez, A. y R. Valenzuela. 1995. A new species of *Boletellus* (Basidiomycotina, Agaricales: Boletaceae) from México. *Mycotaxon* 55: 399-404.
- Goodman, D.M., Durall, D.M., Trofymow, J.A. y S.M., Berch. 1996. Concise descriptions of North American Ectomycorrhizae including microscopic and molecular characterization. Mycologue Publications. Canadian Forest Service and the B.C. Ministry of Forestry.
- Guzmán, G. 1998. Inventorying the fungi of México. *Biodiversity and Conservation* 7(3), 369-384.
- Guzmán, G. 2008. Diversity and use of traditional Mexican medicinal fungi. A review. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 10(3), 209-217.
- Guzmán, G. 2016. Las relaciones de los hongos sagrados con el hombre a través del tiempo. *Anales de Antropología* 50(1), 134-147.
- Halling, R.E. y Mueller G.M. 2016. Macrofungi of Costa Rica. Recuperado el 10 de diciembre de 2017, de <https://www.nybg.org/bsci/res/hall/>
- Hanlin, T. R. 1990. *Illustrated Genera of Ascomycetes*. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, USA.

- Hawksworth, D.L. 2012. Global species numbers of fungi: are tropical studies and molecular approaches contributing to a more robust estimate? *Biodiversity and Conservation* 21: 2425–2433. DOI 10.1007/s10531-012-0335-x
- Ingleby, K., Mason, P.A., Last, F.T. y L.V. Fleming.1991. Identification of ectomycorrhizas. ITE Research Publication No. 5. Institute of Terrestrial Ecology. Natural Environment Research Council.122 pp.
- Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). 2014. Recuperado el 13 de diciembre de 2017, de <http://www.inbio.ac.cr/papers/hongos/clasificacion.htm>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. Compendio de información geográfica municipal. Poanas, Durango.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2014. Anuario estadístico y geográfico de Durango. Recuperado el 23 de junio de 2017, de http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/anuario_14/702825065386.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2017. Recursos Naturales: Uso Potencial del suelo. Consultado el 12 de junio de 2018, en <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/usopsuelo/>
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). 2018. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Consultado el 11 de noviembre de 2018, en <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM10durango/municipios/10022a.html>
- Kalač, P. 2013. A review of chemical composition and nutritional value of wild-growing and cultivated mushrooms. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 93(2), 209-218.
- Kornerup, A. y J. H. Wanscher .1978. *Methuen handbook of colour*, 3a. Ed. Methuen, London. 252 p.
- Kuo, M. 2006. Using a microscope: Clamp connections. Retrieved from the Mushroom Expert. Com Web site: http://www.mushroomexpert.com/microscope_clamps.html
- Kuo, M. 2014. Mushroom taxonomy: The big picture. Retrieved from the MushroomExpert.Com Web site: <http://www.mushroomexpert.com/taxonomy.html>
- Largent, D., D. Johnson y R. Watling. 1977. How to identify mushrooms to genus III: Microscopic features. Mad River Press. Eureka.
- Lincoff, G. H. 1981. *The Audubon Society Field Guide to North American Mushrooms*. New York: Alfred A. Knopf.
- Montaño, N.M., Camargo R.S.L., García-Sánchez R. y Monrroy, A. A.(Eds.).2008. *Micorrizas arbusculares en ecosistemas áridos y semiáridos*. Mundi-Prensa S.A. de CV, Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT, UAM-Iztapalapa, FES-Zaragoza UNAM.México, Distrito Federal, México.
- Mushroom Observer, Inc. 2017. Recuperado el 10 de diciembre de 2017, de <http://mushroomobserver.org/support/governance>

- National Institute of Genetics (NIG). 2018.SHIGEN. Recuperado el 27 de septiembre de 2018, de http://shigen.nig.ac.jp/algae_tree/BlastocladiomycotaE.html
- Pacioni, G.1982. Guía de hongos. 1ª Edición. Barcelona, España:Grijalbo, S. A. P. 507.
- Pedrerros, J. 2007.Evaluación del crecimiento y producción de Lentinula edodes (shiitake), en residuos agroindustriales. Pontificia Universidad Javeriana.
- Petersen, J.H. y Læssøe, T. 2018. Welcome to MycoKey™. Recuperado el 10 de junio de 2018, de <http://www.mycology.com/EducationProject/graphics/KingdomOfFungi.pdf>
- Phillips, R. 1981.Mushrooms and other fungi from Great Britain and Europe. Pan Books, Ltd.pp.287.
- Raper, C., Raper, J. y Miller R. 1972. Genetic analysis of the life cycle of *Agaricus bisporus*. Mycologia 64(5): 1088-1117.
- Raven, P.H., Evert, R.F. y Eichhorn, S.E. 1992. Biología de las plantas. Barcelona, España. Editorial Reverté, S.A.
- Rodríguez, A.O., Villaseñor, I.L., Cedano, M.M. y Arias, G.A. 2002. Guía ilustrada de los hongos del bosque la primavera. Universidad de Guadalajara.
- Ruan-Soto, F.2017. 50 años de etnomicología en México. Lacandonia, 1(1), 97-108.
- Sadler, M. 2003. Nutritional properties of edible fungi. Nutrition Bulletin, 28(3): 305-308.
- Salmones, D., y Mata, G. 2013. Ceparios de hongos de México. Hongos comestibles y medicinales en Iberoamérica: investigación y desarrollo en un entorno multicultural. Sánchez, V.J.E. y Mata, G.(Eds.). 1ª (Ed.). México. ECOSUR/INECOL.
- Sambrook, J., Fritschi, E.F. y Maniatis, T. 1989. Molecular cloning: a laboratory manual, Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York.
- San Martin, F., Rogers, J. D. y Ju, Y. M. 1998. Clave dicotómica provisional para los géneros de la familia Xylariaceae (Pyrenomycetes, Sphaeriales) de México. Acta Botánica Mexicana, 42: 35-41.
- Sánchez J, Royse D.2001. La biología y el cultivo de *Pleurotus* spp. 1ª ed. Uteha–Ecosur, México.
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 2010. Normales Climatológicas por Estado. Recuperado el 18 de junio de 2017, de <http://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica>
- Singer, R. 1986. The Agaricales in modern taxonomy. 4ª. Ed. Koeltz Sc. Books, Koenigstein.
- Solarte, P.C.E., Rosero, G.C.Y., Cárdenas, H.H., Burgos, P.W.O., Eraso, C.J.M. y Zambrano, B.G.L. 2009. Identificación de polimorfismos del gen de la Kappa caseína bovina: Nariño-Colombia. Revista Lasallista de Investigación 6(2): 39-45.
- Suárez Arango, C. 2010. Obtención in vitro de micelio de hongos comestibles, shiitake (*Lentinula edodes*) y orellanas (*Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus pulmonarius*) a

- partir de aislamientos de cuerpos fructíferos, para la producción de semilla. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Colombia.
- Thiers, B. 2012. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>; última consulta: 11.XII. 2017.
- Torres, T.M.G. y Guzmán, D.L. 2005. Notas sobre la variación morfológica de *Ganoderma curtisii* (Ganodermatales, Ganodermataceae) en México. *Revista Mexicana de Micología* 21: 39-47.
- Ugalde, DC.Y.H. 2013. Relaciones ecológicas de los macromicetos en diferentes tipos de vegetación presentes en la estación científica "Bosque escuela", Iturbide, N.L. Tesis de MC. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, N.L., México.
- Universidad de Antioquia. 2017. Recuperado el 13 de diciembre de 2017, de <http://medicina.udea.edu.co/parasitologia/index.html>
- Universidad de Sevilla. 2018. Aplicación de los programas SPSS y PC ORD para el análisis multivariantes de datos ecológicos. Recuperado el 03 de noviembre de 2018, de https://rodas5.us.es/items/6886d398-7f20-a969-30a8-178e10fcc2b0/2/viewcontent?_sl.t=true
- Valdés, C.C. 2014. Estimación de la producción de macromicetos en diferentes tipos de vegetación en la Alta Sierra Tarahumara. Tesis de MC. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, N.L., México.
- Valenzuela, R., T. Raymundo, E. Aguirre-Acosta, S. Bautista-Hernández, R. Díaz-Moreno y J. García-Jiménez. 2017. Hongos. En: La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado. Conabio, México, pp. 275-288.
- Viramontes, D., Anaya, E., García, C., Poulenard, J., Barral, H., Macías, L., y Rodríguez, C. M. G. 2004. Demasiado ganado y demasiados leñadores: una economía minera. En: Descroix, L., González, B.J.L. y Estrada, A.J. La Sierra Madre Occidental, una fuente de agua amenazada. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID-RASPA) e Institut de Recherche pour le Développement (IRD). Gómez Palacios, Durango, México, 183-194.
- Wood, M. y Stevens, F. 2017. The Fungi of California. Recuperado el 21 de marzo de 2018, de <http://www.mykoweb.com/CAF/>
- Zamora, E. V., Gómez, P. M., Vázquez, M. G., y Angón-Torres, M. D. P. 2007. Conocimiento etnomicológico de hongos silvestres comestibles registrados para la zona de Tancítaro, Michoacán. *Biológicas* 9: 41-46.

XI. ANEXO 1

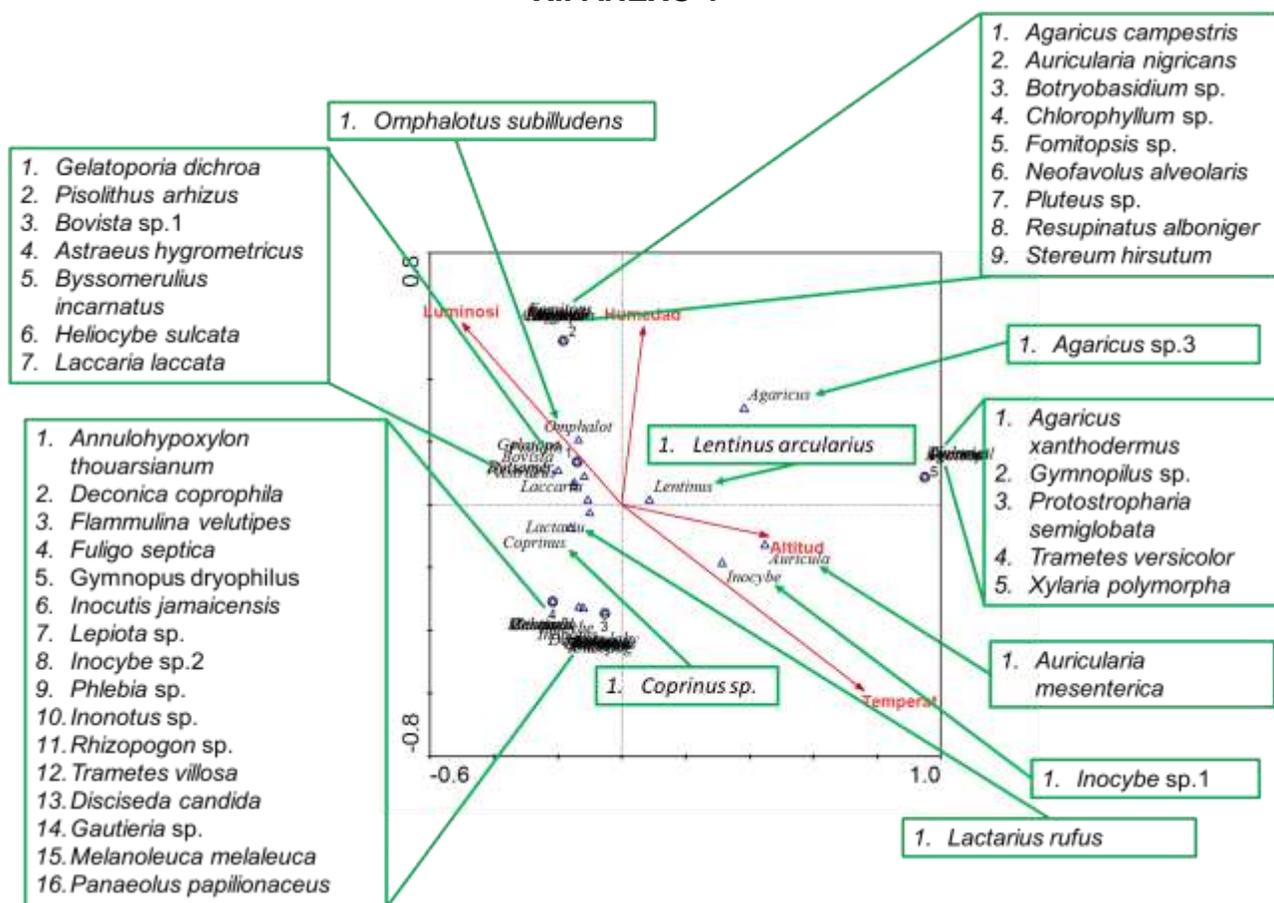


Figura 1. Análisis de correlación canónica Cieneguilla.

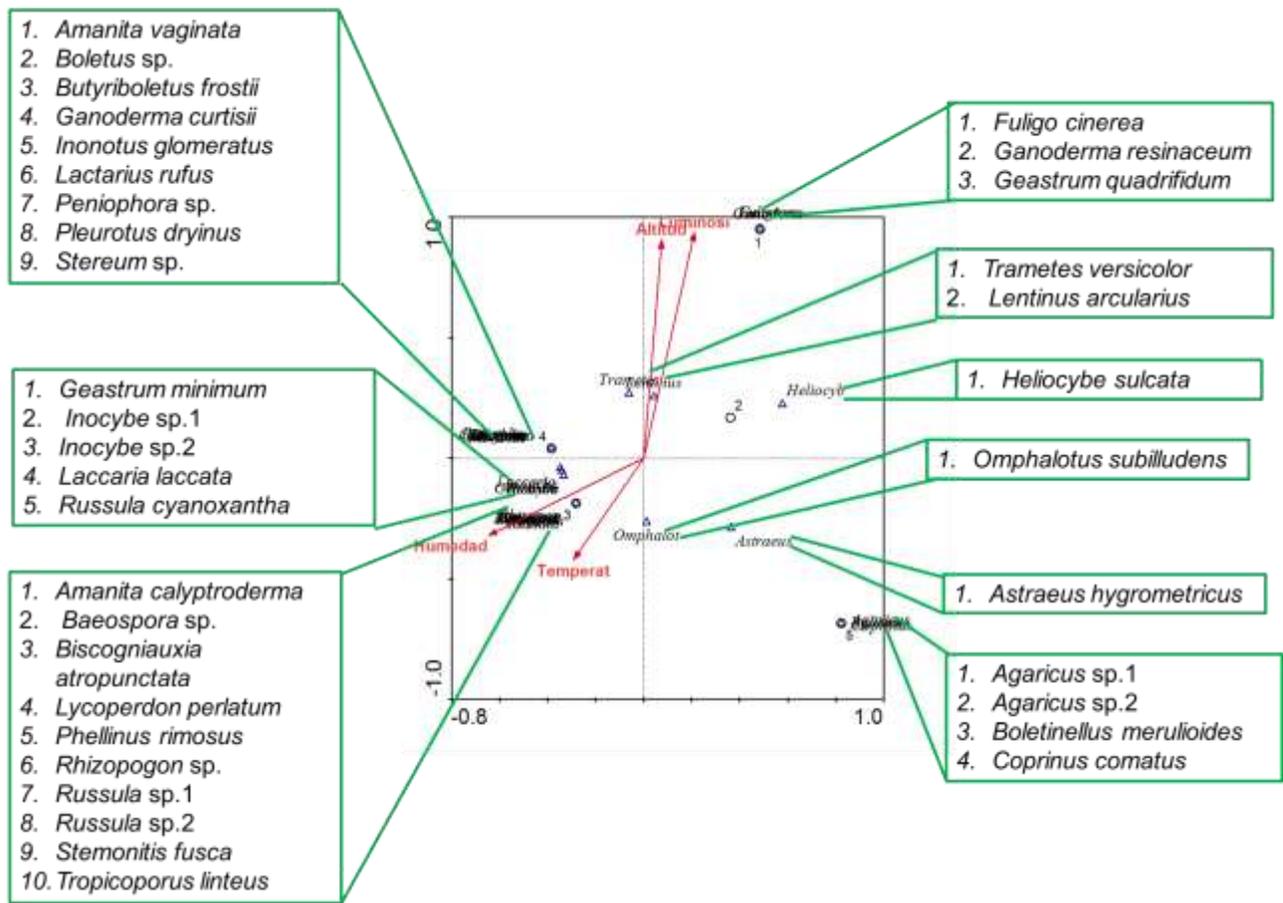


Figura 2. Análisis de correlación canónica San Atenógenes.

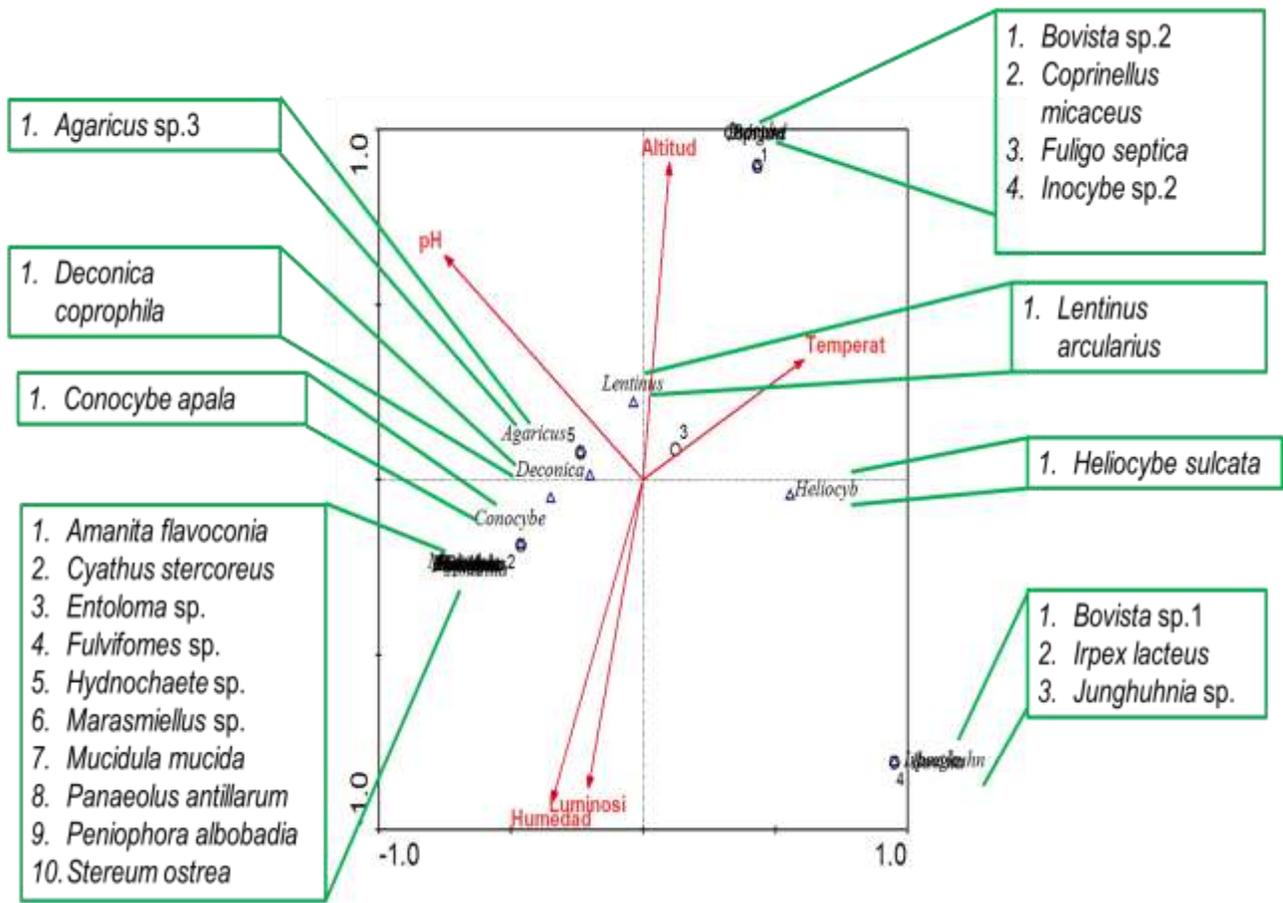


Figura 3. Análisis de correlación canónica Veracruz.

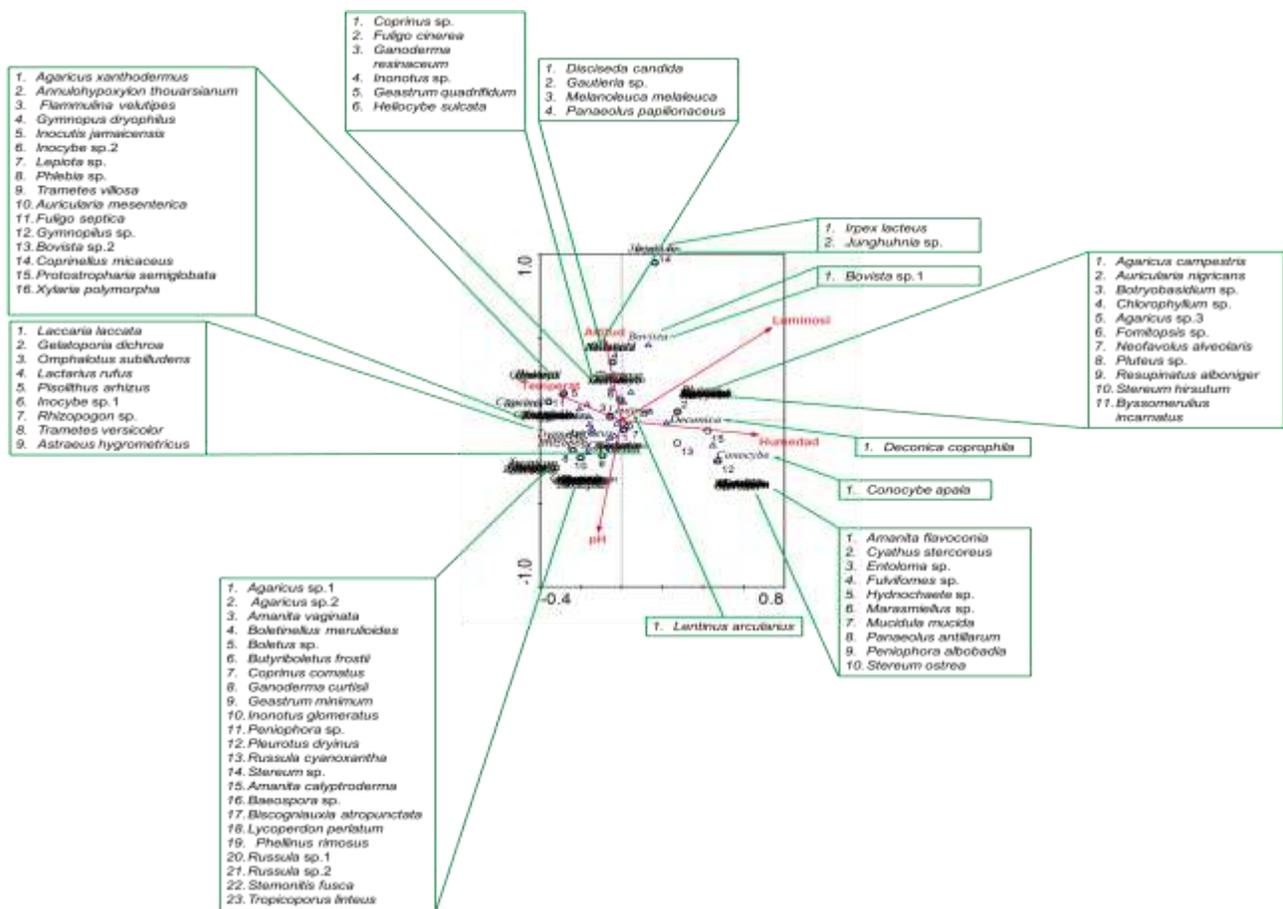


Figura 4. Análisis de correlación canónica de los tres sitios.