

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**IDENTIFICACIÓN DE MICROMICETOS E INSECTOS
ASOCIADOS A ESPOROMAS EN 4 DIFERENTES TIPOS DE
VEGETACIÓN EN EL MUNICIPIO DE BOCOYNA, CHIHUAHUA**

Por:

JANETH ESMERALDA BARRAZA DOMÍNGUEZ

TESIS DE MAESTRÍA

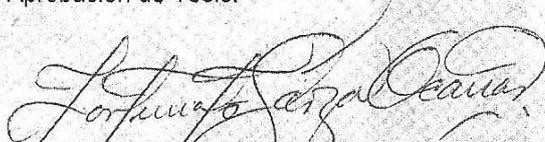
Como requisito parcial para obtener el Grado de

MAESTRIA EN CIENCIAS FORESTALES

Linares, N.L., a 03 de agosto del 2014.

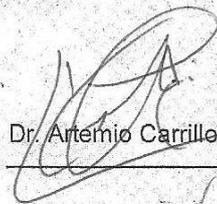
IDENTIFICACIÓN DE MICROMICETOS E INSECTOS ASOCIADOS A
ESPOROMAS EN 4 DIFERENTES TIPOS DE VEGETACIÓN EN EL
MUNICIPIO DE BOCOYNA, CHIHUAHUA

Aprobación de Tesis:



Dr. Fortunato Garza Ocañas

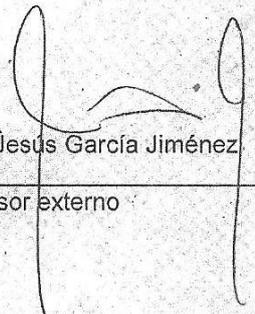
Director de Tesis



Dr. Artemio Carrillo Parra



Dr. Gerardo Cuéllar Rodríguez



Dr. Jesús García Jiménez

Asesor externo

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a mi familia; a mi madre Graciela Domínguez, mi padre Salvador Barraza, y hermanos Adrián y Vanessa, quienes siempre me apoyaron y estuvieron conmigo en el transcurso de esta experiencia.

Al Dr. Fortunato Garza Ocañas, asesor principal de este trabajo, a quien considero un gran amigo y un ejemplo a seguir; sus consejos y enseñanzas me ayudaron a concluir esta etapa y en la construcción de otros sueños.

A mis amigas (os), los cuales están implícitos en estas letras; me alentaron y siguieron mis sueños paso a paso, convirtiéndose en mis cómplices.

A mi novio, Eduardo Liceaga por apoyarme, ayudarme, comprenderme e intentar entenderme. Este logro lo alcancé con su compañía.

A la Dra. Mabel Torres Torres, quien facilitó mi estancia en Colombia, me brindó la oportunidad de colaborar con su equipo de trabajo y confió en mí.

A mis otros asesores de tesis, el Dr. Artemio Carrillo Parra, el Dr. Gerardo Cuéllar Rodríguez y el Dr. Jesús García Jiménez, por su apoyo y orientación.

A todas las personas que me recibieron cordialmente en el Chocó, Colombia.

A mis otros profesores de la carrera, de los cuales me llevo sus enseñanzas.

A mis compañeros de carrera, con los que viví grandes retos y aventuras.

A CONACYT, por brindarme el apoyo para realizar este sueño.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Modos de dispersión de los hongos.....	3
1.2 Micofagia.....	4
1.3 Hongos patógenos.....	8
1.4 Hongos fungícolas	10
2. HIPÓTESIS	12
3. OBJETIVOS	12
3.1 Objetivo general.....	12
3.2 Objetivos específicos.....	13
4.- MATERIALES Y MÉTODOS	13
4.1 Diagrama del estudio	13
4.2 Descripción del área de estudio.....	14
4.3 Trabajo de campo.....	14
4.3.1 Muestreo de esporomas.....	14
4.3.2 Colecta de macromicetos.....	15
4.3.3 Colecta de micromicetos	16
4.3.4 Colecta de Insectos.....	16
4.4 Trabajo en laboratorio	17
4.4.1 Identificación de macromicetos	17
4.4.2 Identificación de micromicetos	17
4.4.3 Identificación de insectos	17
4.5 Análisis estadístico	18
4.5.1 Asociaciones entre organismos	18
4.5.2 Influencia de las variables ábóticas	18
5.- RESULTADOS	20
5.1 Macromicetos	20
5.1.1 Especies de macromicetos por tipo de vegetación	20
5.1.2 Abundancia	30
5.1.3 Riqueza.....	31
5.1.4 Similitud de especies de macromicetos entre los diferentes tipos de vegetación.....	31
5.1.5 Relación de variables abióticas con la abundancia de cuerpos fructíferos	32
5.2 Micromicetos	33

5.2.1 Descripción de los géneros de micromicetos estudiados.....	35
5.2.2 Géneros y Morfoespecies por tipo de vegetación	38
5.2.3 Similitud de géneros entre los diferentes tipos de vegetación.....	39
5.2.4 Asociación entre macromicetos y micromicetos.....	40
5.3 Insectos	45
5.3.1.- Insectos colectados en campo	45
5.3.2. Insectos colectados en cámaras trampa	48
5.3.3 Descripción de las familias de insectos.....	50
5.3.4 Familias de insectos por tipo de vegetación.....	54
5.3.5 Similitud de órdenes de insectos entre los diferentes tipos de vegetación.....	56
5.3.6 Asociación entre macromicetos e insectos	57
6.- DISCUSIÓN	67
7.- CONCLUSIONES.....	70
8.- BIBLIOGRAFÍA	72
9.- APÉNDICE I.....	84

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Abundancia de esporomas en los diferentes tipos de vegetación. ...	30
Gráfica 2. Riqueza de especies y géneros de esporomas en los diferentes tipos de vegetación.....	31
Gráfica 3. Dendrograma de similitud de especies de Macromicetos entre los diferentes tipos de vegetación.	32
Gráfica 4. Relación de variables abióticas sobre la abundancia de Macromicetos.....	33
Gráfica 5. Abundancia de géneros de Micromicetos y morfoespecies en los diferentes tipos de vegetación.	39
Gráfica 6. Dendrograma de similitud para los géneros de micromicetos entre los diferentes tipos de vegetación.	40
Gráfica 7. Abundancia de géneros de micromicetos y morfoespecies.	40
Gráfica 8. Riqueza y Abundancia de géneros de Micromicetos y morfoespecies asociados a especies de Macromicetos.	41
Gráfica 9. Abundancia de géneros de micromicetos y morfoespecies.	42
Gráfica 10. Riqueza y Abundancia de géneros de micromicetos y morfoespecies asociadas a especies de macromicetos.	42
Gráfica 11. Abundancia de géneros de Micromicetos y morfoespecies.	43
Gráfica 12. Riqueza y Abundancia de géneros de Micromicetos y morfoespecies asociados a especies de Macromicetos.	43
Gráfica 13. Abundancia de géneros de Micromicetos y morfoespecies.	44
Gráfica 14. Riqueza y Abundancia de géneros de micromicetos y morfoespecies asociadas a especies de macromicetos.	44
Gráfica 15. Abundancia de individuos de los diferentes órdenes de insectos presentes en los esporóforos de los macromicetos en el campo	46
Gráfica 16. Abundancia de individuos de los diferentes órdenes de insectos criados en las cámaras trampa.	49

Gráfica 17. Abundancia de Insectos de todos los órdenes en los diferentes tipos de vegetación.....	55
Gráfica 18. Dendrograma de similitud entre los diferentes tipos de vegetación en relación a los órdenes de Insectos.....	57
Gráfica 19. Asociación entre los órdenes de insectos y las familias de macromicetos.....	58
Gráfica 20. Abundancia de individuos de los órdenes de insectos asociados a las especies de macromicetos.....	58
Gráfica 21. Abundancia de los órdenes de insectos asociados a las familias de macromicetos.....	58
Gráfica 22. Frecuencia de los órdenes de insectos en las especies de macromicetos.....	59
Gráfica 23. Riqueza de los órdenes de insectos en las especies de macromicetos.....	59
Gráfica 24. Asociación entre los órdenes de insectos y las familias de macromicetos.....	60
Gráfica 25. Abundancia de órdenes de insectos en las especies de macromicetos.....	60
Gráfica 26. Abundancia de los órdenes de insectos en las especies de macromicetos.....	60
Gráfica 27. Riqueza de los órdenes de insectos en las especies de macromicetos.....	61
Gráfica 28. Frecuencia de los órdenes de insectos en las especies de macromicetos.....	61
Gráfica 29. Asociación entre los órdenes de insectos con las familias de macromicetes.....	62
Gráfica 30. Abundancia de los órdenes de insectos en las especies de macromicetos.....	62
Gráfica 31. Abundancia de los órdenes de insectos en las familias de macromicetos.....	62
Gráfica 32. Riqueza de los órdenes de insectos en las especies de macromicetos.....	63
Gráfica 33. Frecuencia de los órdenes de insectos en las especies de macromicetos.....	63
Gráfica 34. Asociación de familias de macromicetos y familias de insectos. ...	64
Gráfica 35. Abundancia de Familias de Insectos en las especies de macromicetos.....	64
Gráfica 36. Asociación entre las familias de macromicetos y las familias de Insectos.	65
Gráfica 37. Asociación entre las especies de macromicetos y las familias de Insectos.	65
Gráfica 38. Asociación entre familias de macromicetos y las familias de Insectos.	66
Gráfica 39. Asociación entre las especies de macromicetos y las familias de insectos.....	66

LISTA DE IMAGENES

Imagen 1. Mapa de distribución de los puntos de muestreo.	15
Imagen 2. Diferentes tipos de vegetación..	15
Imagen 3. Colecta de macromicetos.	16
Imagen 4. Colecta de insectos y cámaras trampa.....	17
Imagen 5. Mapa de Exposición en los puntos de muestreo	19
Imagen 6. Mapa de pendiente en los puntos de muestreo.....	19
Imagen 7. Cultivos de micromicetos y cámaras trampa para insectos.....	20
Imagen 8. Especies de macromicetos colectadas.....	25
Imagen 9. Especies más abundantes en los diferentes tipos de bosques.	30
Imagen 10. Géneros de micromicetos estudiados.	34
Imagen 11. Órdenes de insectos obtenidos.	45
Imagen 12. Insectos colectados en campo.	47
Imagen 13. Otros artrópodos colectados.	48
Imagen 14. Insectos criados en las cámaras trampa de insectos.	49

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Especies de hongos presentes en los cuatro tipos de vegetación de la comunidad San Juanito, Bocoyna, Chih.	21
Tabla 2. Órdenes y familias de insectos colectados y criados.	50
Tabla 3. Distribución y abundancia de las familias de insectos en los diferentes tipos de vegetación.	56
Tabla 4. Matriz de similitud del dendrograma para las especies de macromicetos en los diferentes tipos de vegetación.....	84
Tabla 5. Variables ambientales originalmente seleccionadas.	84
Tabla 6. Correlación entre las variables ambientales que se tomaron en cuenta inicialmente y los cuatro ejes de Ordenación en el ACC.	84
Tabla 7. Matriz de similitud del dendrograma para los géneros de micromicetos en los diferentes tipos de vegetación.....	85
Tabla 8. Matriz de similitud de los órdenes de insectos en los diferentes tipos de vegetación.....	85
Tabla 9. Resultados de la prueba Kruskal-Wallis para la abundancia de géneros y ME de micromicetos asociadas a especies de macromicetos para los diferentes tipos de vegetación.	85
Tabla 10. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis para la asociación de especies de macromicetos y órdenes de insectos para los diferentes tipos de vegetación.....	86
Tabla 11. Resultados de la prueba Kruskal-Wallis para la abundancia de familias de insectos asociadas a familias de macromicetos para los diferentes tipos de vegetación.	86
Tabla 12. Resultados de la prueba Kruskal-Wallis para la abundancia de familias de insectos asociadas a especies de macromicetos para los diferentes tipos de vegetación.	86

RESUMEN

En el presente estudio se determinó la asociación que tienen los micromicetos e insectos con los esporomas de macromicetos, ya que los primeros actúan como agentes dispersores y/o degradadores de los cuerpos fructíferos. Esto con la finalidad de generar información para comprender un poco más las interacciones entre especies y diversidad de los organismos involucrados en la productividad forestal. Se realizaron 10 parcelas en cada tipo de vegetación; bosque de pino, bosque de pino-encino, bosque incendiado de pino y bosque de plantación de coníferas. Posteriormente se colectó todo el material fúngico presente en las parcelas, los insectos asociados a éstos, y se realizaron cultivos de micromicetos de las especies de macromicetos encontradas. Se obtuvieron en total 2,451 esporomas, distribuidos en 56 géneros y 113 especies, de ellos se obtuvieron 249 cultivos de micromicetos y se realizaron 69 cámaras trampa de insectos. El bosque de pino presentó la mayor abundancia con 837 esporomas, seguido por la plantación de coníferas con 582, luego el bosque de pino incendiado con 551 y finalmente el bosque de pino-encino con 481. De los cultivos de micromicetos se describieron 32 morfoespecies y se identificaron 17 géneros, estos son: *Trichoderma*, *Torula*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Acremonium*, *Bispora*, *Cunninghamella*, *Curvularia*, *Gonatobotryum*, *Heterocephalum*, *Mycogone*, *Hypomyces*, *Botryosporium* y *Oidium*. Solo tres, de los cuatro tipos de vegetación registraron insectos asociados a los macromicetos, estos fueron el bosque de pino, bosque de pino-encino y el bosque de plantación de coníferas. De los insectos colectados en campo se obtuvieron 4 órdenes, estos fueron: Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera y Orthoptera; de las cámaras trampa solo se obtuvieron 3 órdenes: Diptera, Coleoptera e Hymenoptera. Los insectos obtenidos se distribuyeron en 15 familias, estas son: Staphylidae, Carabidae, Endomychidae, Scarabaeidae, Curculionidae, Nitidulidae, Dermestidae, Cucujidae, Formicidae, Ichneumonidae, Figitidae, Braconioidea, Drosophilidae, Phoridae y Gryllidae. Las asociaciones más relevantes fueron la de la familia Staphylidae con los géneros *Russula* y *Laccaria*, y la de Drosophilidae con *Amanita*.

ABSTRACT

In the present study the association between macromycetes, and micromycetes and insects was determined. This latter in order to generate information to understand the inter species interactions as well as the diversity of organisms involved in forest ecology and productivity. Ten transects were made in each vegetation type; Pine Forest, Pine-Oak Forest, Burnt Pine Forest and Coniferous Forest Plantation. Subsequently, all sporocarps present in the transects was collected together with their associated insects and micromycetes cultures from the sporocarps were obtained. A total of 2,451 sporocarps were obtained, they are distributed in 56 genera and 113 species, and 249 micromycetes isolates were obtained and 69 insect traps were made. The Pine forest was the most abundance with 837 sporocarps, while the least abundant was the Pine-Oak Forest with 481 sporocarps. From the cultures obtained 17 genera and 32 morphospecies were identified, these are: *Trichoderma*, *Torula*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Acremonium*, *bispora*, *Cunninghamella*, *Curvularia*, *Gonatobotryum*, *Heterocephalum*, *Mycogone*, *Botryosporium* and *Oidium*. Only three vegetation type recorded insects associated to sporocarps, being the Pine forest, Pine-Oak forest and Coniferous forest plantation. Four orders of insects were obtained directly from the sporocarps they are: Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera y Orthoptera; and only three orders were obtained from camera traps (Diptera, Hymenoptera and Coleoptera). The insects were distributed in 15 families, these are: Staphylidae, Carabidae, Endomychidae, Scarabaeidae, Curculionidae, Nitidulidae, Dermestidae, Cucujidae, Formicidae, Ichneumonidae, Figitidae, Braconoidea, Drosophilidae, Phoridae y Gryllidae. The most relevant associations were the Staphylidae family with the genera *Russula* and *Laccaria*, and Drosophilidae with *Amanita*.

1. INTRODUCCIÓN

Los estudios de micología en México se enfrentan con un enorme panorama para la generación de información acerca de la taxonomía, genética, ecología, distribución, bioquímica y fisiología de los hongos (Palm *et al.*, 1997). Ésta información es necesaria para determinar su influencia, el crecimiento de las poblaciones, la biología de su reproducción, la dispersión y su interacción con otros hongos y organismos dispersores (Palm *et al.*, 1997).

Algunos animales como los venados, extraen los hongos de bajo del suelo (e.g. *Elaphomyces* spp., gr elapho = venado, mykytes= hongo) para alimentarse de ellos; muchos insectos consumen tejidos de frutos y esporas de hongos para luego dispersarlas o transportarlas en sus cuerpos (e.g. *Phallus impudicus*); otros depositan sus huevecillos en los frutos y al llegar al estado larval se alimentan de ellos hasta ser adultos. Generalmente, éstos son atraídos por el aroma de los hongos que difícilmente es percibido por los humanos. (Maser *et al.*, 2008). A este tipo de relación, en la que el hongo es consumido por fauna, se denomina micofagia (Amat-García *et al.*, 2004). Así mismo, hay especies de hongos que evolucionaron creciendo y/o alimentándose de otros hongos, estando en una constante relación con él. A éstos organismos se les da el nombre de hongos fungícolas (Mueller *et al.*, 2004).

1.1 Modos de dispersión de los hongos

El éxito de los hongos se debe a su habilidad de producir y dispersar miles de esporas altamente especializadas. Debido a que estos organismos no pueden caminar o correr, deben ser transportados por otros organismos, el agua o el viento. El aire que respiramos puede presentar más de 10,000 esporas por metro cúbico (Dickinson y Lucas, 1979). Estos tipos de desplazamiento de los hongos propicia su distribución en nuevos ambientes (Furci George-Nascimento, 2007). Sin embargo, la rapidez del crecimiento está limitado por los suministros de nutrientes disponibles y por los requerimientos necesarios de cada especie (Dickinson y Lucas, 1979).

Entre los hongos que tienen la capacidad de dispersarse por el agua se encuentran los de los filos Chytridiomycota, Hyphochytriomycota y Oomycota; siendo generalmente acuáticos, presentando un flagelo que les permite nadar como lo hace un espermatozoide (Kendrick, 2002). Por otro lado, se encuentran los hongos epigeos, los cuales usan principalmente al viento como agente dispersor (Moreno *et al.*, 2005), ya que las corrientes de aire que se crean alrededor del cuerpo fructífero elevan las esporas, luego se asientan y se depositan en la superficie de la tierra nuevamente (Dickinson y Lucas, 1979). Los hongos hipogeos; en comparación a los epigeos, tuvieron que implementar otras formas efectivas de dispersión recurriendo a la zoocoria (Moreno *et al.*, 2005); ésta es la dispersión de esporas a través de animales.

El suelo es el biotipo de los hongos hipogeos, ya que sus cuerpos fructíferos se encuentran a escasa profundidad, generalmente en los primeros 15cm (Moreno *et al.*, 2005). Otra de las razones del éxito de los hongos es su capacidad de adaptación. En el medio físico existen fluctuaciones temporales y espaciales causadas por la variabilidad de las condiciones abióticas; de tal modo que los organismos tienen que adaptarse para sobrevivir. Estas variaciones se pueden presentar en el pH, los nutrientes, la disponibilidad de agua, oxígeno, sales, otros solutos y la temperatura; éste último es uno de los factores abióticos que más afecta la distribución y la abundancia de los hongos, ya que el rango óptimo de crecimiento se encuentra entre los 20°C-30°C, sin embargo, hay hongos con la capacidad de crecer con temperaturas de hasta 40°C o más (hongos termotolerantes) (Mueller *et al.*, 2004).

1.2 Micofagia

La dispersión es un aspecto necesario para la supervivencia de las especies, pues asegura la perpetuación de las mismas mediante la propagación de agentes reproductivos (Ingold, 1971). Uno de los mecanismos de dispersión más interesante se puede observar en los hongos, algunos de ellos desprenden olores que atraen moscas y a otros insectos; éstos se alimentan del hongo, llevando consigo las esporas y realizando la dispersión. A este acto; cuando el animal se alimenta del hongo, se le denomina micofagia.

Los insectos del orden Díptera y Coleóptera, están asociados con las familias Agaricaceae y Polyporaceae (Fogel y Stewart, 1975). En la familia *Helomycidae* (Díptera) existen varias especies de moscas, las cuales depositan sus huevos en la tierra eclosionando a los 5-6 días, luego las larvas se desplazan hasta la trufa para alimentarse de ella. Estas especies se conocen como moscas de la trufa y se agrupan en 8 especies del género *Suila* (=Helomyza); algunas especies son: *Suila fuscicornis*, *S. gigantea*, *S. palida*. En el caso de los Coleópteros, tenemos a los géneros *Catapoceesrtus*, *Talycra* e *Hydnobius* que se asocian a hongos hipogeos como los del género *Barsia*, *Elaphomyces*, *Gautieria*, *Geopora*, *Hymenogaster*, *Hysterangiium*, *Martellia*, *Rhizopogon* y *Zelleromyces* (Fogel y Peck, 1975). Cerca de la mitad de las familias del Orden Coleóptera son micófagos primarios o se alimentan de plantas, las cuales han sido substancialmente alteradas por la acción de enzimas fúngicas, pero solo alrededor de 25 de estas familias son micófagos estrictos (Hammond y Lawrence, 1989).

También existe otro grupo de insectos los cuales no pueden digerir la celulosa o la lignina por sí mismos, pero pueden aprovechar estos substratos a través de hongos específicos (Mattson *et al.*, 1977); estos insectos llevan a los hongos de un árbol a otro (escarabajos ambrosiales) o los cultivan en jardines subterráneos (Kendrick, 2002). Las hormigas y las termitas cultivan los hongos para proporcionarles alimento a sus larvas. Recientemente el Basidiomyceto *Termitomyces* ha sido reportado en un nido de termitas en Costa Rica (Mueller *et al.*, 2004), mientras que las familias Termitidae y Macrotermitidae ocupan grandes regiones de África tropical y se distribuyen desde el este al sureste de Asia. Los hongos asociados son especies de *Termitomyces* y un género de la misma familia de Basidiomycetos; Lepiotaceae, la cual está generalmente asociada con hormigas de la Tribu *Attine*; las esporas de estas especies de hongos son dispersadas por las mandíbulas de los insectos (Mueller *et al.*, 2004).

Géneros de Basidiomycetos en la madera muerta (Aphyloporales) tienen interacciones específicas con las avispas pertenecientes a la familia Siricidae, aparentemente, las avispas necesitan a los hongos como fuente de nutrientes;

sin embargo, los hongos no dependen de las avispas pero si ayudan a su dispersión, éstos son dispersados por el aire cuando no se asocian con las avispas. Las avispas invaden la madera muerta o los árboles decrepitos, con excepción de la especie *Sirex noctilio*, la cual invade árboles vivos y está asociada al hongo *Amylosterium areolatum*. Ambas especies fueron introducidas a Nueva Zelanda y Australia; ahí, el hongo se ha convertido en un patógeno, causando serios problemas en *Pinus radiata* (Mueller *et al.*, 2004).

El rol de los artrópodos en los ecosistemas forestales es poco estudiada, aun cuando tal conocimiento es indispensable para entender las fuerzas que rigen la estructura de dichos ecosistemas y que regulan su funcionalidad; los escarabajos descortezadores (Bark beetles) influyen en sus clases de tamaño y en la sucesión de las plantas; las abejas y otros organismos polinizadores influyen en la composición de las especies de plantas, así como la evolución de ciertas características cualitativas de éstas y sus comunidades; las hormigas crean con las plantas un sitio ideal para establecer una colonia; los artrópodos que viven en el suelo alteran la estructura físico-química de la materia orgánica del suelo, desechando los restos de las plantas (Mattson *et al.*, 1977).

Los insectos micófilos se deben enfrentar a los cambios producidos en el hábitat, ya que tienen que adaptarse a las diferentes especies de hongos, a los diferentes estados de desarrollo de los mismos, al tiempo y espacio en que estos fructifican; los bosques templados típicamente presentan cientos de especies de Agaricales y decenas de especies de Polyporáceos, muchos de los cuales son pequeños y presentan un cuerpo fructífero seco y duro que sólo algunos insectos especializados están adaptados para colonizar (Hammond y Lawrence, 1989). Una característica que aventaja a estos animales es que parecen no ser afectados por las toxinas que afectan al ser humano (Kendrick, 2002). El género *Amanita* tiene un amplio espectro de componentes químicos que afectan la supervivencia de los animales, ya que en varias especies se puede encontrar ácido iboténico. Las especies *Drosophila bizonata*, *D. angularis* y *D. brachynephros* son micófilas que usan un amplio rango de hongos para alimentarse, mientras *D. immigrans* y *D. melanogaster* son frugívoras; por lo cual, las tres especies micófilas tienen una alta tolerancia al

ácido iboténico, mientras que las dos frugívoras son afectadas en mayor cantidad por el muscimol, el cual es un derivado de éste ácido (Tuno *et al.*, 2007). El pasado evolutivo en la bioquímica y en las diferencias estructurales de los carpóforos, así como la diversidad y la abundancia de macromicetos, significan varias alternativas para los insectos fungívoros (Hammond y Lawrence, 1989).

La atracción que ejerce el hongo hacia el animal se debe; en gran medida, a las sustancias volátiles que componen el olor, así los vertebrados e invertebrados dotados de un buen olfato, son participes en la dispersión de las esporas (Moreno *et al.*, 2005). Algunos Gasteromycetes como los “stinkhorns” (*Phallus impudicus*) segregan un moco mal oliente por los conductos de las esporas que atraen a las moscas y a las babosas, las cuales los consumen (Dickinson y Lucas, 1979). Dentro del orden Diptera, se encuentran las familias Mycetophilidae, Phoridae y Helomycidae (Mueller *et al.*, 2004; Moreno *et al.*, 2005). Los colémbolos (Colembola) y ácaros (Acarina) también prefieren una dieta conformada por esporas y micelio de hongos (Kendrick, 2002).

La micofagia es una asociación es muy estrecha, incluso las esporas de algunas especies de hongos presentan una robusta pared pluriestratificada que las ayuda a resistir la acción de las enzimas digestivas de los animales idnófagos; en algunas otras especies, al pasar las esporas por el tracto digestivo del animal, éstas se activan, saliendo ilesas para posteriormente ser dispersadas en la materia fecal; así lo demostraron Castillo-Guevara y colaboradores (2011) al deducir que las esporas de *Laccaria trichodermophora* y *Suillus tormentosus*, se mantienen activas después de su paso por el tracto digestivo de *Peromyscus maniculatus* y *P. alstoni*, demostrando que estos roedores actúan como dispersores efectivos de las esporas de hongos micorrízicos; así, las asociaciones existentes entre los animales y los hongos son indispensables para la dispersión fúngica (Moreno *et al.*, 2005).

Los mamíferos micófagos también juegan un papel importante en dicha dispersión, los más estudiados son los de la familia Sciuridae (ardillas), reportando un consumo muy diverso de especies fúngicas; la ardilla roja

Tamiasciurus hudsonicus se le atribuye el consumo de 89 especies de hongos, más que cualquier otro micófago (Fogel y Trappe, 1978), de tal manera que este es el mejor medio de dispersión de esporas para algunas especies de hongos (Fogel y Stewart, 1975). Ashkannejhad y Horton (2006), encontraron que el venado cola negra (*Odocoileus hemionu*) dispersa esporas de *Suillus* y *Rhizopogon*, lo que ayuda al establecimiento de plántulas de *Pinus contorta* en dunas de arena. Otros macromamíferos que también contribuyen en la dispersión de esporas de hongos hipogeos son los ciervos (*Cervus elaphus* L. subsp. *hispanicus*), el zorro (*Vulpes vulpes* subsp. *silacea*), jabalí (*Sus scrofa* subsp. *baeticus*), tejón (*Meles meles* subsp. *marianensis*), conejo de monte (*Oryctolagus cuniculus* subsp. *algerus*) y ardillas. En las aves es más raro este comportamiento, pero se tiene registro de que algunos córvidos consumen especies de trufas tales como *Picoa lefebvrei* y *Terfezia claveryi* (Moreno *et al.*, 2005).

La micofagia involucra un sinnúmero de interacciones necesarias para la salud de los ecosistemas y para la de los animales mismos (Castillo-Guevara *et al.*, 2012), aunque en ocasiones se dice que el consumo de hongos es nutricionalmente pobre, ya que su peso está constituido de un 80 a un 90% de agua (Maser *et al.*, 2008); no obstante, pueden tener altos contenidos de ciertos nutrientes, aún cuando estén secos. Haciendo una comparación del valor nutricional de los hongos con el de otros alimentos, se obtuvo que los hongos frescos contienen menos calorías que las nueces frescas, huevos o la carne (Fogel y Trappe, 1978). Los análisis de éste tipo también revelaron que generalmente presentan altos contenidos de proteínas, aminoácidos, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales. Esto dependerá del lugar y tiempo que sea recolectado, de las propiedades del suelo, del clima, de su estado de desarrollo y del método usado para la recolecta. (Maser *et al.*, 2008).

1.3 Hongos patógenos

Existe gran variedad de hongos parásitos de invertebrados; por ejemplo, los Laboulbeniales que son un grupo distintivo de ascomicetos parásitos biotrofos, éstos al parecer no le causan un daño aparente a su hospedero y carecen de micelio. Ellos viven en un grupo variado de artrópodos, la mayoría crece en

insectos verdaderos (Hexapoda) y están relacionados con los órdenes Coleoptera, Dermaptera, Diptera, Heteroptera, Isoptera, Mallophaga, Orthoptera y Tysanoptera (Mueller *et al.*, 2004). Algunos de estos hongos son *Termitaria*, *Mattiroella*, *Laboulbeniopsis*, *Coreomycetopsis*, *Antennopsis*, *Hormiscioideus*, los cuales parecen estar especializados en termitas, y otros géneros como *Termitariopsis* especializados en hormigas de la Tribu *Attine*. De estos hongos poco se sabe de su biología; algunos tienen haustorios que penetra la cutícula de su hospedero. Por otro lado, los hongos necrotróficos atacan las células vivas de las plantas y de artrópodos; como los del género *Cordyceps*, que frecuentemente invaden especies de Lepidópteros, Himenópteros, Coleópteros y Ortópteros (Mueller *et al.*, 2004).

Estos hongos tienen gran importancia económica, ya que actúan como agentes biocontroladores dispersando sus esporas e infectando a insectos y artrópodos que se alimentan de los cultivos causando una baja en la producción. Éstos germinan en la cutícula del hospedante mediante la ramificación de las hifas en las vísceras, luego el hongo emerge del cadáver, liberando inóculo fresco (Kendrick, 2002). Estos entomopatógenos liberan esporas en grandes cantidades, infectando al hospedero en cualquier estado de desarrollo. Muchos de estos hongos causan grandes epidemias en las poblaciones naturales de insectos; por ejemplo, *Beauveria Bastiana* (Hypomycetes), provocó a principios de los 1800's la enfermedad "muscardine" matando a los gusanos de seda (Kendrick, 2002).

Existen también algunos invertebrados microscópicos y protistas como amebas, tardígrados, copépodos, colémbolos, nematodos y rotíferos que son presas de los hongos. Estos dos últimos cuentan con más de 300 especies que son consumidas por hongos pertenecientes al grupo de Ascomycota, Basidiomycota, Chitridiomycota y Zigomycota y Oomycota. Estos hongos predadores de microfauna tienen tres modos fundamentales de existir: predadores, parásitos de invertebrados adultos y parásitos de huevos de invertebrados. Las especies predadoras usan redes miceliales para la captura de animales, los cuales capturan al animal y realizan uno o más agujeros por donde penetran la cutícula y luego germinan, formando hifas digestivas dentro

del cuerpo de la presa. Estas especies de hongos generalmente producen conidias no infecciosas en el micelio externo.

Las especies parásitas (incluidos los endoparásitos) producen conidias infecciosas o zoosporas que se adhieren a la superficie de su hospedero o lo ingieren. Cada espora es capaz de atacar solo un animal, así que el micelio individual está limitado a los recursos del nematodo, rotífero o al invertebrado que es atacando. La conidia infecciosa germina sobre o dentro de su hospedero, formando hifas dentro del cuerpo y una vez que el hospedero es completamente colonizado y devorado, se producen nuevas conidias infecciosas (Mueller *et al.*, 2004). El animal más grande conocido que es capturado por un hongo es un colémbolo. Esto se da cuando *Arthrobotrys entomopaga* (Hyphomycetes) produce una red hifal de la cual se forman grupos de trampas de dos células, la célula superior tiene una gota de pegamento con la cual atrapa a sus presas (Kendrick, 2002).

1.4 Hongos fungícolas

El término hongos fungícolas se refiere a las especies de hongos que crecen en esporocarpos y/o están constantemente asociados con él, encontrándose en cualquier lugar donde estén los frutos de los macromicetos. Algunos hongos son parásitos de otros hongos ya que en ocasiones compiten enormemente entre sí por sustratos; como *Trichoderma viride* que parasita las hifas de otros hongos, produciendo un antibiótico, lo cual le ha permitido combatir eficientemente a patógenos del suelo como *Rhizoctonia solani*; un Bacidiomyceto anamorfo estéril que causa una variedad de enfermedades en sus hospederos; y a *Armillaria mella* (Holobasidiomycetes, Agaricales), quien causa la muerte en gran variedad de especies de árboles (Kendrick, 2002).

La presencia de hongos fungícolas se puede inferir cuando los hongos muestran signos de deformación. Existen dos tipos de hongos fungícolas, los necrotróficos y biotróficos; los hongos biotróficos viven en relación con un hospedero sin causarle daño evidente, adquiriendo sus nutrientes a través de los haustorios o las hifas, a la vez que lo usa como medio de dispersión; mientras que los necrotróficos matan las células vivas de su hospedero

causándole deficiencia en la producción de esporas, putrefacción en las hifas y en otras partes filamentosas de los hongos (Boosalis, 1964; Mueller *et al.*, 2004). El género *Hypomyces* es un parásito necrotrófico que causa necrosis en las células de su hospedero. Éste crece sobre carpóforos produciendo un micelio inmerso y superficial, las conidias son abundantes en los conidioforos, formados por una hifa aérea, la infección del carpóforo joven en ocasiones empieza en la superficie del himenio pero eventualmente el cuerpo fructífero es invadido por completo (Dennis y Morgan-Jones, 1981; Canseco, 2011). Esta especie se presenta en hongos del género *Russula* o *Lactarius* y en ocasiones en Boletaceos provocándoles un subículo blanco y difuso que luego se vuelve denso, algodónoso y de colores (Rogerson y Samuels, 1989); también crecen parasitando especies del género *Amanita* (Pérez-Silva *et al.*, 2010). Otra especie que parasita agaricales del género *Amanita* es *Apiocrea hialina*, quien atrofia el desarrollo del basidiocarpo (Pérez-Silva y Bárcenas, 1999).

Los hongos necrotróficos también causan daños como la interferencia hifal, que ocurre cuando el micelio de un hongo crece cerca o en contacto con la hifa de otra especie, reduciendo su crecimiento; vacuolación o un abundante goteo de lípidos e invaginación en la plasmalema del hospedero en el punto de contacto con el parásito; por ejemplo, cuando *Coprinus heptemerus* entra en contacto con *Ascobolus crenulatus* o cuando *Phlebiopsis gigantea* se encuentra con *Heterobasidion annosum* (Mueller *et al.*, 2004). Del mismo modo, Pérez-Silva y Bárcenas (1999) encontraron que *Pleurotus ostratus* es afectado por la invasión del micelio de *Cladobotryum mycophilum*, el cual no permite la expulsión de las basidiosporas. Éste micoparásito es caracterizado por ser saprobio o parásito de macromicetos carnosos, siendo el anamorfo de *Hypomyces* (Barnett y Hunter, 1972).

Este comportamiento también es llamado micoparasitismo (Howell, 2003); y es frecuentemente ocasionado por algunos géneros de Deuteromycetes, Ascomycetes o Basidimycetes, volviéndose un problema serio en la industria de cultivo de hongos ya que provoca grandes pérdidas económicas (Pérez-Silva y Bárcenas, 1999). Sin embargo, es uno de los mecanismos de biocontrol más usado para los hongos fitopatógenos (Howell, 2003). Del mismo modo,

especies de las clases Oomycetes y Chytridiomycetes (hongos marinos) parasitan algas y otros hongos; como *Rozella achlyae* Shanor (Chytridiales, Chytridiomycota), que se encontró parasitando hifas de *Dictyuchus anomalus* Nagai en cuerpos de agua dulce de la Provincia de Buenos Aires, Argentina (Eliades y Steciow. 2001).

En la alta Sierra Tarahumara se han llevado a cabo diversos estudios acerca de los hongos comestibles, la diversidad y ecología de hongos ectomicorrícicos, taxonomía y etnomicología, entre los cuales destacan los realizados por Quiñonez y colaboradores (2008; 2005; 1999); sin embargo, no se han realizado estudios acerca de los insectos asociados a esporomas ni de los micromicetos que actúan como agentes degradadores de estos. Con este trabajo se pretende obtener por primera vez para esta región información sobre la ecología de los cuerpos fructíferos; así como dar a conocer la importancia de los insectos y micromicetos asociados a esporomas.

2. HIPÓTESIS

Existe una asociación de interacción entre la presencia esporomas de macromicetos con hongos microscópicos e insectos en bosques con diferentes tipos de vegetación en “San Juanito”, ubicado en el municipio de Bocoyna, Chihuahua.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Determinar el grado de asociación de interacción entre los esporomas de especies de macromicetos con hongos microscópicos e insectos en bosques con diferentes tipos de vegetación en “San Juanito”, ubicado en el municipio de Bocoyna, Chihuahua.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar las especies de macromicetos y los hongos micromicetos e insectos asociados a ellos.
- Determinar el grado de asociación entre las especies de macromicetos, micromicetos e insectos.
- Determinar el grado de similitud en las especies de macromicetos, micromicetos e insectos en los diferentes tipos de vegetación.
- Determinar las variables abióticas que tienen mayor relación con la presencia de cuerpos fructíferos de macromicetos.

4.- MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Diagrama del estudio



4.2 Descripción del área de estudio

La localidad de San Juanito se encuentra dentro del Municipio de Bocoyna, el cual se ubica en la parte occidental del estado de Chihuahua, en la región que se conoce como Sierra Tarahumara, colindando con los Municipios de Carichi, Guachochi, Guerrero, Maguarachi y Urique. En esta región los climas predominantes son **semi-frío sub húmedo** y el **semi-frío sub húmedo**; el primero con lluvias en verano de mayor humedad, y el segundo con lluvias en verano de humedad media; con temperaturas medias anuales que van desde los 12°C hasta los 18°C, con precipitaciones que fluctúan entre los 500mm y los 750mm. En la geología, la roca más abundante es Riolita-Toba ácida. La vegetación predominante es el bosque de pino con especies de *Pinus engelmanni* y *P. arizonica*, principalmente. El bosque de encino está conformado por especies de *Quercus chihuahuensis*, *Q. rugosa*, *Q. arizonica*, *Q. emoryi*, entre otras. Existen transiciones en las cuales las especies anteriores se mezclan formando bosques de pino-encino, en estos también se pueden encontrar otras especies como *Juniperus deppeana*, *Arbutus arizonica*, *A. xalapensis* y *Arctostaphylos pungens* (UMAFOR San Juanito, 2009).

4.3 Trabajo de campo

4.3.1 Muestreo de esporomas

El muestreo se llevó a cabo en cuatro áreas (Imagen 1) con cuatro diferentes tipos de vegetación: bosque de pino-encino, bosque de pino, bosque incendiado de pino y una plantación de *Pinus arizonica* de 30 años (Imagen 2). En estas se realizaron 10 parcelas de 5m x 20m (100m²); en cada una se hicieron cuatro colectas con el fin de obtener aquellas especies que fructifican en diferentes condiciones y/o en diferente época. Cada colecta se realizó con siete días de intervalo. Las anotaciones se tomaron en un formato de campo prediseñado indicado fecha, área, transecto, número de repetición, el número de la foto del área, las coordenadas geográficas, temperatura del suelo y ambiental, altitud; también se midió la pedregosidad de cada transecto, dándole valores de Nulo (0-10%), Bajo (10-30%), Medio (30-60%) y Alto (60-100%).

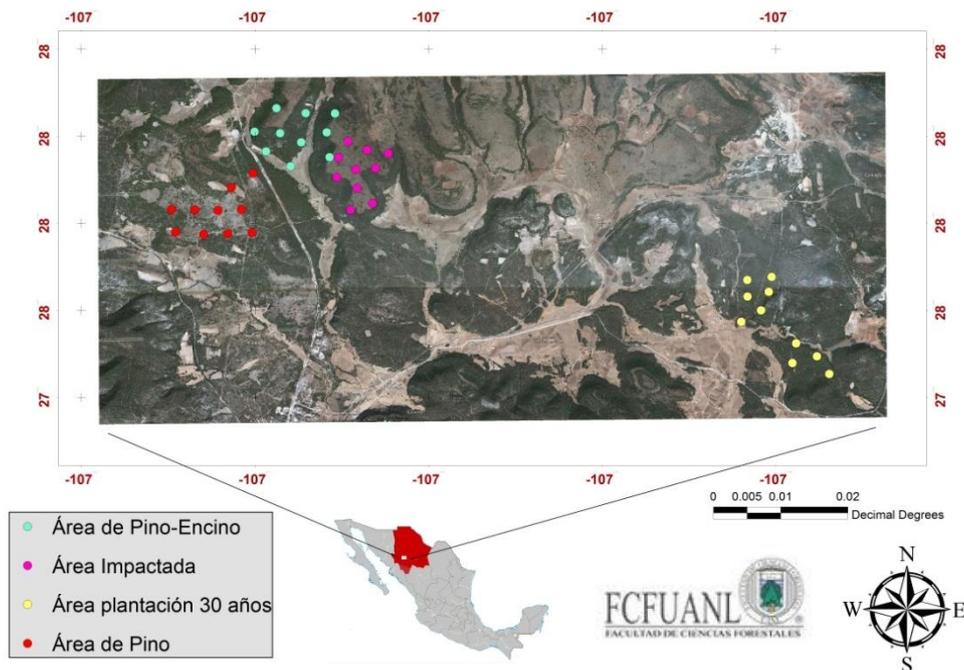


Imagen 1. Mapa de distribución de los puntos de muestreo.

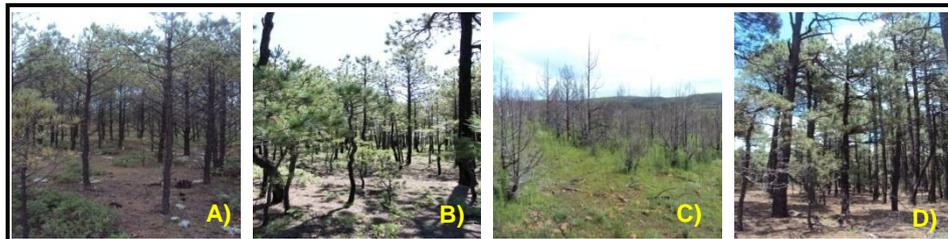


Imagen 2. Diferentes tipos de vegetación. A) Bosque de pino; B) Bosque de pino-encino; C) Bosque incendiado; D) Plantación de coníferas.

4.3.2 Colecta de macromicetos

En cada transecto se colectó todo el material fúngico (Imagen 3), conservándolo en bolsas de papel con su respectiva etiqueta, mencionando el número de transecto, el número de hongo y el área a la que pertenece. También se anotó el número de individuos de cada morfoespecie y aquellos que presentaran insectos en estado adulto o larval y/o la presencia de hongos fungícolas. Los especímenes colectados se deshidrataron y se etiquetaron para su posterior identificación.



Imagen 3. Colecta de macromicetos.

4.3.3 Colecta de micromicetos

Una vez que se colectaron los insectos presentes en los esporomas, éstos fueron seccionados longitudinalmente en dos partes, luego se tomó una pequeña muestra con una navaja perfectamente esterilizada de la parte interior para evitar contaminantes; se realizaron de uno a cuatro cultivos dependiendo de la especie y del estado de descomposición del esporoma. Los cultivos se realizaron en cajas Petri de 60mm x 15mm con extracto de malta-agar. Dichos cultivos fueron puestos en una hielera para conservarlos a una temperatura de 20°C; fueron etiquetados con los datos del área, el número del transecto, el número del hongo y la fecha de colecta. Una vez en el laboratorio, los cultivos se incubaron a 22°C y se procedió a su identificación.

4.3.4 Colecta de Insectos

Los insectos se colectaron de cada cuerpo fructífero al que se asociaron, posteriormente se colocaron en recipientes con alcohol al 70% (Triplehorn y Johnson, 2005) para su preservación. Los hongos que tuvieran insectos en estado larval se colocaron en cámaras trampa, las cuales consistieron de recipientes de plástico cubiertos con tela de nylon; lo anterior con el fin de que las larvas completaran su desarrollo e identificarlos taxonómicamente (Imagen 4). Cada uno de los recipientes fue debidamente etiquetado; las cámaras trampa se fotografiaron y se revisaron cada 24hrs. para extraer los insectos que emergieran y luego colocarlos en recipientes con alcohol al 70%.



Imagen 4. Colecta de insectos y cámaras trampas.

4.4 Trabajo en laboratorio

4.4.1 Identificación de macromicetos

La identificación de especies desconocidas se efectuó al observar las estructuras microscópicas de los especímenes deshidratados. En los Basidiomycetes se observó el tamaño y forma de las esporas, de los basidios, de la trama, estipitepelis y pileopelis; la presencia o ausencia de fíbulas, cistidios, pleurocistidios y queilocistidios. En los Ascomycetes se observó el tamaño y forma de las esporas, de las ascas, de las paráfisis, las células del estípite (en caso de presentar) y el exípulo.

4.4.2 Identificación de micromicetos

Una vez que la cepa del hongo cultivado se desarrolló, se tomaron muestras de éstas para hacer laminillas y observarlas en el microscopio con KOH (5%) o solución de Melzer.

4.4.3 Identificación de insectos

Los insectos colectados fueron observados en el estereoscopio, se describió su morfología para determinar su taxonomía mediante claves dicotómicas descritas en las guías de Triplehorn y Johnson (2005), Navarrete-Heredia y colaboradores (2002); sólo por mencionar algunas.

4.5 Análisis estadístico

4.5.1 Asociaciones entre organismos

Para establecer la asociación entre los macromicetos, micromicetos e insectos se realizaron Análisis de Correspondencia Simple, el cual permite hacer una descripción de los perfiles o distribuciones condicionales en las asociaciones macro-micro-insectos y que se representan en un plano factorial; éstas en función de la distancia entre variables, la cual expresa una dependencia estadística. Para comprobar la significancia de dichas asociaciones, se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, esta nos permite analizar los datos con una distribución anormal, con grandes varianzas y medias muy variadas. Para establecer la similitud de las variables analizadas entre los diferentes tipos de vegetación, se realizó un Análisis de Conglomerados con el software MVSP (Multi-Variate Statistical Package). Este análisis toma en cuenta la presencia/ausencia de la variable de interés en los diferentes tipos de vegetación utilizando el Coeficiente de Sorensen, arrojando grupos de similitud expresados en porcentaje; un mayor porcentaje indica mayor grado de similitud. La totalidad de las especies de hongos presentes en cada tipo de vegetación fueron consideradas para éste análisis.

4.5.2 Influencia de las variables ábóticas

La abundancia de cuerpos fructíferos se relacionó con las variables ambientales: temperatura del suelo (°C), temperatura ambiental (°C), pedregosidad (%), altitud (msnm), exposición (Norte, Sur, Este, Oeste) y pendiente (%). Para determinar los valores de las últimas dos variables se realizaron mapas con el software libre Quantum GIS (Imagen 2 y 3). Con la información obtenida se realizó el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) incluyendo los 10 géneros con mayor abundancia y las variables descritas anteriormente; se utilizó el software Canoco for Windows.

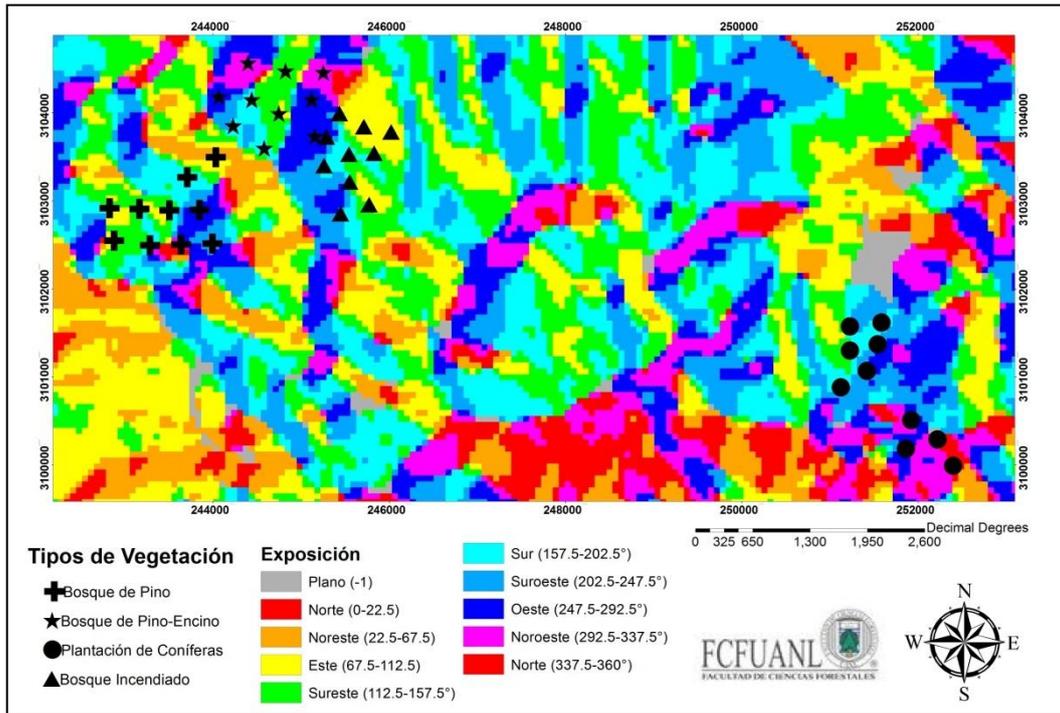


Imagen 5. Mapa de Exposición en los puntos de muestreo

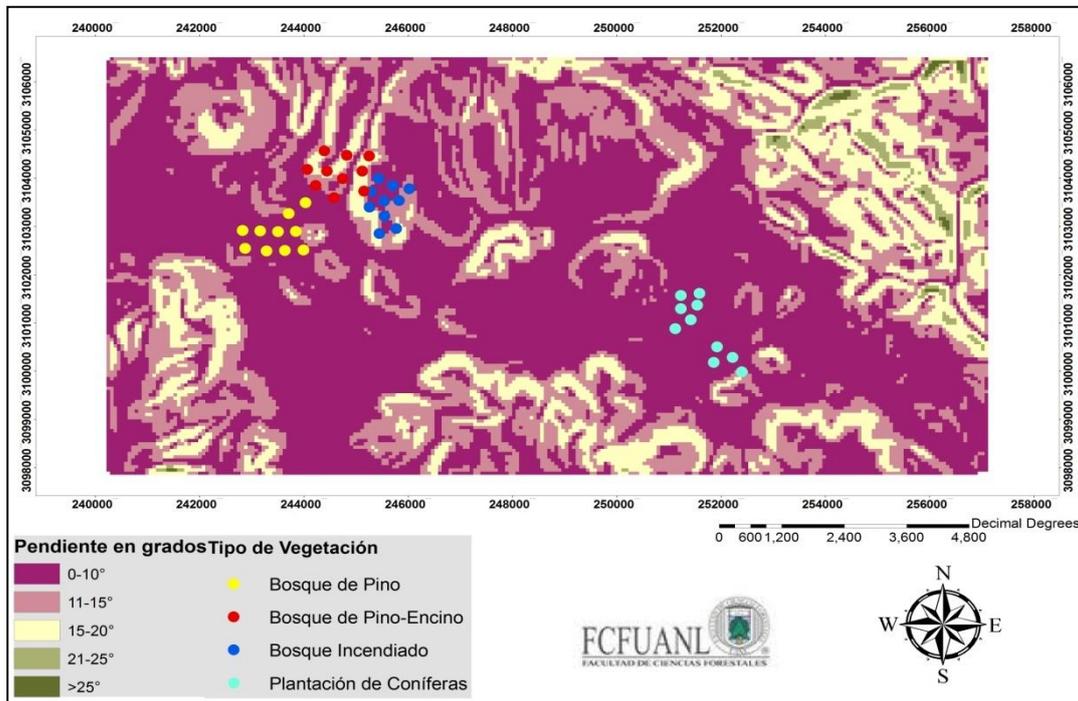


Imagen 6. Mapa de pendiente en los puntos de muestreo.

5.- RESULTADOS

En total se colectaron 2,451 esporomas de macromicetos de 56 géneros y 113 especies, 52 pertenecientes a Ascomycetes y 2399 a Basidiomycetes; se obtuvieron 249 cultivos de micromicetos (ver imagen 7.A) y se criaron 59 insectos de 69 cámaras trampa (ver imagen 7.B).

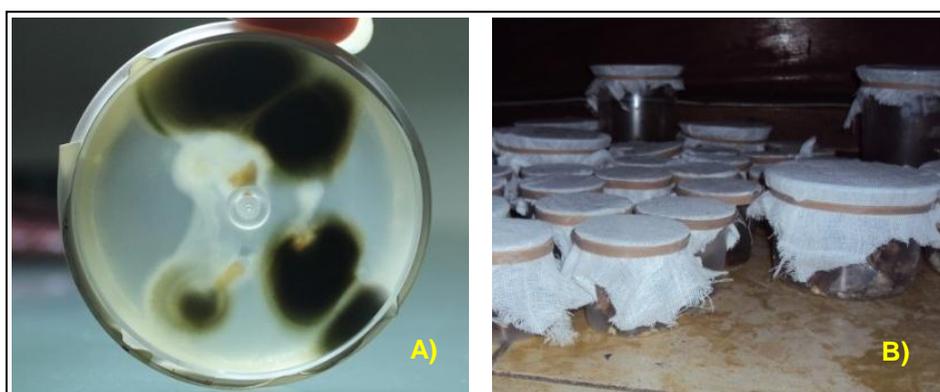


Imagen 7. A) Cultivos de micromicetos; B) Cámaras trampa para insectos.

5.1 Macromicetos

5.1.1 Especies de macromicetos por tipo de vegetación

Bosque de Pino: De las 51 especies registradas, 34 son micorrícicas (19 comestibles, 10 no comestibles y 5 tóxicas), 16 son saprofitas (7 comestibles, 7 no comestibles y 2 tóxicas) y 1 especie parásita comestible.

Bosque de pino-encino: En este tipo de vegetación se registraron 63 especies, 42 que forman micorrizas (22 comestibles, 13 no comestibles y 7 tóxicas), 20 son saprofitas (3 comestibles, 13 no comestibles y 4 tóxicas) y una parásita comestible.

Bosque Incendiado: En éste se encontró el número más bajo de especies micorrícicas, solo se registraron 2 (una comestible y otra no comestible), también se registraron 19 especies saprofitas (6 comestibles, 12 no comestibles y una tóxica) y una especie parásita no comestible.

Bosque de plantación de coníferas: Se registraron 43 especies, de las cuales 31 son micorrícicas (18 comestibles, 8 no comestibles y 4 tóxicas), 11 saprofitas (6 comestibles, 3 no comestibles y 2 tóxicas) y 1 parásita comestible (Tabla 1; Imagen 8).

Tabla 1. Especies de hongos presentes en los cuatro tipos de vegetación de la comunidad San Juanito, Bocoyna, Chih.

ESPECIES	B P	BP E	B I	BP C	COMESTIBILIDA D	HÁBIT O
Ascomycetes						
Familia Helvellaceae						
<i>Helvella acetabulum</i> (L.) Quéf.	-	X	-	-	CM	M
<i>Helvella crispa</i> (Scop.) Fr.	X	X	-	-	NC	M
<i>Helvella lacunosa</i> Fr.	-	X	-	-	NC	M
<i>Helvella macropus</i> (Pers.)	-	X	-	-	NC	M
Familia Hypocreaceae						
<i>Hypomyces lactifluorum</i> (Schwein.)	X	X	-	X	CM	P
Basidiomycetes						
Familia Agaricaceae						
<i>Agaricus campestris</i> Schwein.	X	-	-	-	CM	S
<i>Coprinus micaceus</i> (Bull.) Fr.	-	-	-	X	CM	S
<i>Coprinus</i> sp.	X	-	-	-	CM	S
<i>Lepiota clypeolaria</i> (Bull.) P. Kumm.	-	X	-	-	NC	S
<i>Lepiota</i> sp.	-	-	X	-	NC	S
<i>Leucocoprinus</i> sp.	-	X	-	-	NC	S
<i>Macrolepiota procera</i> (Scop.)	-	-	X	-	CM	S
Familia Amanitaceae						
<i>Amanita caesarea</i> (Scop.) Pers.	X	X	-	-	CM	M
<i>Amanita magniverrucata</i> Thiers & Ammirati	-	X	-	-	T	M
<i>Amanita muscaria</i> (L.) Lam.	-	-	-	X	T	M
<i>Amanita calyptroderma</i> G.F. Atk. & V.G. Ballen	X	X	-	-	C	M
<i>Amanita rubescens</i> Pers.	X	X	-	X	CM	M
<i>Amanita</i> sp.	-	X	-	-	NC	M
<i>Amanita vaginata</i> (Bull.) Lam	X	-	-	-	T	M
Familia Astraeaceae						
<i>Astraeus hygrometricus</i> (Pers.)	X	X	X	X	NC	M
Familia Auriculariaceae						
<i>Auricularia</i> sp.	-	X	-	-	CM	S
Familia Bolbitiaceae						
<i>Conocybe</i> sp.	X	X	X		T	S
Familia Boletaceae						
<i>Boletus edulis</i> Rostk.	X	X	-	X	CM	M
<i>Boletus</i> sp.	-	X	-	-	CM	M
<i>Boletus pinophilus</i> Pilát & Dermek	-	-	-	X	CM	M
<i>Leccinum chromapes</i> (Frost) Singer	-	-	-	X	CM	M
<i>Suillus brevipes</i> (Peck)			-	X	CM	M
<i>Suillus granulatus</i> (L.) Roussel	X	X	-	X	CM	M
<i>Suillus pictus</i> (Peck) A.H. Sm. & Thiers	X	X	-		CM	M
<i>Suillus</i> sp.	X	X	-	X	C	M
<i>Suillus tomentosus</i> (Kauffman) Singer	-	X	-	X	NC	M
<i>Xerocomus duranguensis</i>	X	X	-	X	C	M

Continuación de la Tabla 1. Especies de hongos presentes en los cuatro tipos de vegetación de la comunidad San Juanito, Bocoyna, Chih.

ESPECIES	BP	BPE	BI	BPC	COMESTIBILIDAD	HÁBITO
Familia Cantharellaceae						
<i>Cantharellus lateritius</i> (Berk.)	-	-	-	X	CM	M
Familia Clavulinaceae						
<i>Clavulina</i> sp.	-	X	-	-	NC	M
Familia Cortinariaceae						
<i>Cortinarius gastroide</i>	-	-	-	X	NC	M
<i>Cortinarius</i> sp.	X	-	-	X	NC	M
<i>Hebeloma</i> sp.	X	-	-	-	NC	M
Familia Crepidotaceae						
<i>Crepidotus mollis</i> (Schaeff.)	-	X	-	-	NC	S
Familia Entolomataceae						
<i>Entoloma</i> sp.	X	X	-	-	T	M
Familia Ganodermataceae						
<i>Ganoderma</i> sp	-	-	X	-	NC	P
Familia Geastraceae						
<i>Geastrum</i> sp.	-	-	X	-	NC	S
Familia Hygrophoraceae						
<i>Hygrocybe conica</i> (Schaeff.)	-	X	-	-	NC	M
<i>Hygrophorus hypothejus</i> (Fr.)	-	-	-	X	CM	M
<i>Hygrophorus</i> sp.	X	X	-	-	CM	M
Familia Inocybaceae						
<i>Inocybe</i> sp.	X	X	-	X	T	M
Familia Lycoperdaceae						
<i>Lycoperdon echinatum</i> Pers.	X	-	X	-	CM	S
<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.	X	-	-	-	CM	S
<i>Lycoperdon pusillum</i> Cooke	-	-	X	-	NC	S
<i>Lycoperdon rimulatum</i> Peck	-	-	X	-	NC	S
<i>Lycoperdon</i> sp.	X	-	X	X	CM	S
<i>Morganella</i> sp.	-	-	-	X	NC	S
<i>Vascellum pratense</i> (Pers.)	X	-	-	-	NC	S
Familia Marasmiaceae						
<i>Collybia alkalivirens</i> Singer	-	-	X	-	NC	S
<i>Collybia</i> sp.	X	-	-	-	NC	S
<i>Gymnopus</i> sp.	-	X	-	X	CM	S
<i>Gymnopus confluens</i> (Pers.)	-	-	-	X	CM	S
<i>Gymnopus dryophilus</i> (Bull.)	X	X	X	X	CM	S
<i>Gymnopus fusipes</i> (Bull.)	X	-	-	-	NC	S
<i>Marasmius</i> sp.	-	X	-	-	NC	S
<i>Marasmius androsaceus</i> Fr.	X	-	-	-	NC	S

Continuación de la Tabla 1. Listado de especies de hongos presentes en los cuatro diferentes tipos de vegetación

ESPECIES	BP	BPE	BI	BPC	COMESTIBILIDAD	HÁBITO
Familia Mycenaceae						
<i>Mycena pura</i> (Pers.)	-	X	-	-	T	S
<i>Mycena</i> sp.	X	X	X	X	NC	S
Familia Nidulariaceae						
<i>Cyathus stercoreus</i> (Schwein.)	X	-	-	-	NC	S
Familia Paxillaceae						
<i>Paxillus involutus</i> (Batsch) Fr.	-	X	-	-	T	M
Familia Phallaceae						
<i>Phallus impudicus</i> L.	-	-	X	-	NC	S
Familia Physalacrariaceae						
<i>Clitocybe gibba</i> (Pers.)	-	X	X	X	CM	M
<i>Clitocybe geophylla</i>	-	-	-	X	T	M
Familia Pleurotaceae						
<i>Hohenbuehelia</i> sp	-	-	X	-	CM	S
<i>Hohenbuehelia petaloides</i> (Bull.)	-	-	X	-	CM	S
Familia Polyporaceae						
<i>Gloeophyllum striatum</i> (Fr.)	-	-	X	-	NC	S
<i>Lentinus sulcatus</i> Berk.	-	-	X	-	NC	S
<i>Lentinus tigrinus</i> (Bull.) Fr.	-	X	-	-	NC	S
<i>Polyporus arcularius</i> (Batsch) Fr.	-	X	-	-	NC	S
<i>Polyporus badius</i> Jungh.	-	X	-	-	NC	S
Familia Psathyrellaceae						
<i>Panaeolus campanulatus</i> (L.)	-	-	-	X	T	S
<i>Panaeolus sphinctrinus</i> (Fr.)	-	X	-	-	T	S
<i>Psathyrella candolleana</i> (Fr.)	-	-	X	-	NC	S
Familia Russulaceae						
<i>Lactarius chrysorrheus</i> Fr.	-	X	-	-	NC	M
<i>Lactarius deliciosus</i> (L.) Gray	X	-	-	X	CM	M
<i>Lactarius deterrimus</i> Gröger	-	-	-	X	CM	M
<i>Lactarius indigo</i> (Schwein.) Fr.	-	X	-	-	CM	M
<i>Lactarius piperatus</i> (L.) Pers.	-	X	-	-	T	M
<i>Lactarius salmonicolor</i> R. Heim & Leclair	X	X	-	-	CM	M
<i>Lactarius</i> sp.	X	X	-	X	CM	M
<i>Lactarius torminosus</i> (Schaeff.)	-	X	-	X	T	M
<i>Lactarius volemus</i> (Fr.)	-	X	-	-	C	M
<i>Russula albonigra</i> (Krombh.) Fr.	X	-	-	-	NC	M
<i>Russula brevipes</i> Peck	X	X	-	X	CM	M
<i>Russula cyanoxantha</i> (Schaeff.)	X	X	-	X	CM	M
<i>Russula decolorans</i> (Fr.)	X	X	-	-	CM	M
<i>Russula delica</i> Fr.	-	X	-	X	NC	M
<i>Russula emetica</i> (Schaeff.) Pers.	X	X	-	X	T	M

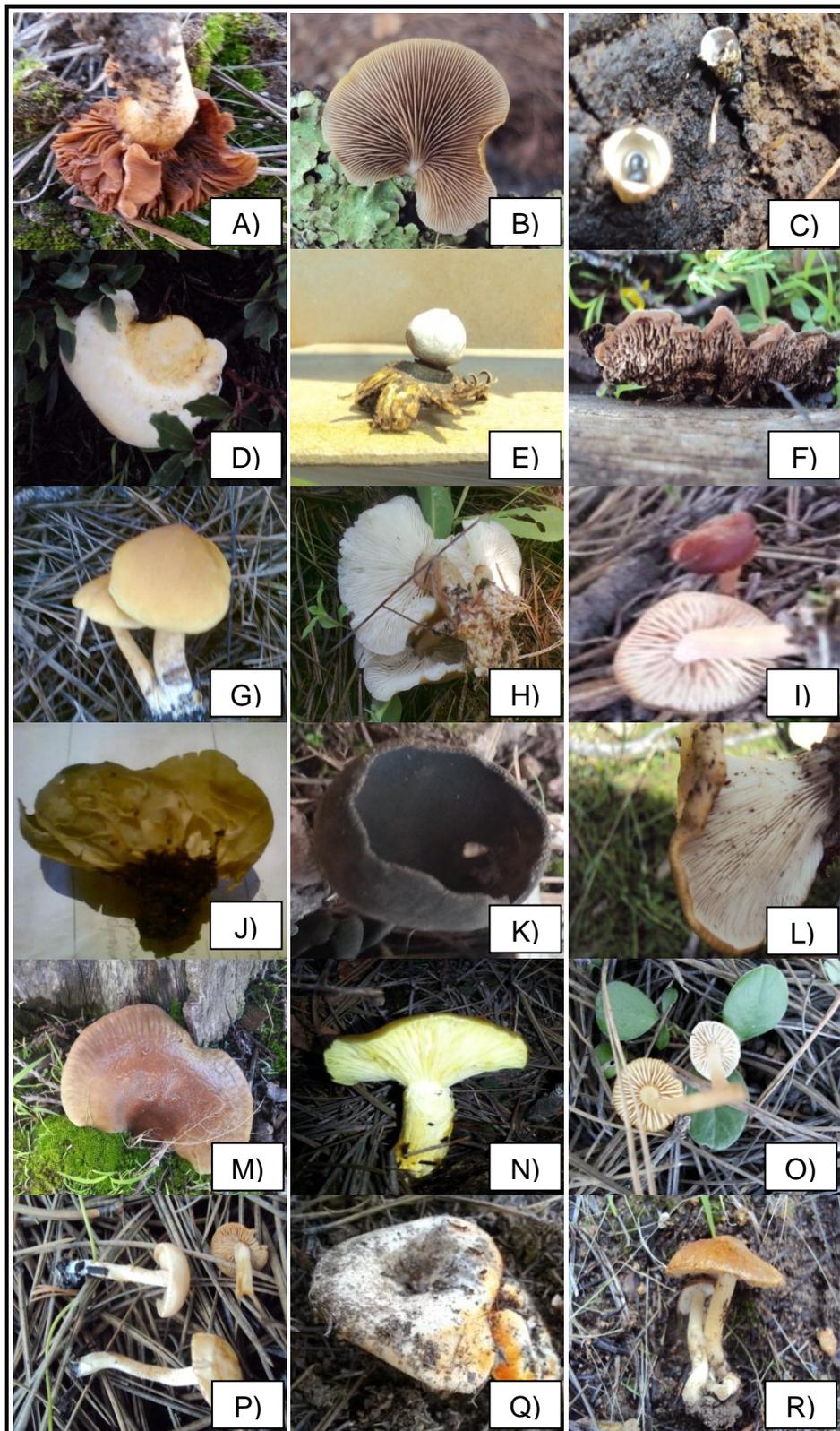
Continuación de la Tabla 1. Especies de hongos presentes en los cuatro tipos de vegetación de la comunidad San Juanito, Bocoyna, Chih.

ESPECIES	BP	BPE	BI	BPC	COMESTIBILIDAD	HABITO
<i>Russula foetens</i> Pers.	X	-	-	-	NC	M
<i>Russula nigricans</i> Fr.	X	-	-	X	NC	M
<i>Russula olivacea</i> (Schaeff.)	X	-	-	-	CM	M
<i>Russula rosea</i> Kill.	X	X	-	X	NC	M
<i>Russula</i> sp.	X	X	-	X	NC	M
<i>Russula xerampelina</i> (Schaeff.) Fr.	X	-	-	-	T	M
Familia Steraceae						
<i>Stereum ostrea</i> (Blume & T. Nees).	-	X	-	-	NC	S
Familia Strophariaceae						
<i>Agrocybe</i> sp.	-	X	-	-	NC	S
<i>Gymnopilus</i> sp.	X	X	-	X	NC	S
<i>Hypholoma capnoides</i> (Fr.)	-	-	-	X	C	S
<i>Psilocybe</i> sp.	-	X	-	-	T	S
<i>Psilocybe coprophylla</i> (Bull.)	X	-	-	X	T	S
<i>Stropharia semiglobata</i> (Batsch) Quéf.	X	X	X	-	T	S
Familia Tricholomataceae						
<i>Laccaria amethystina</i> Cooke	X	-	-	X	CM	M
<i>Laccaria bicolor</i> (Maire)	X	X	-	-	CM	M
<i>Laccaria laccata</i> (Scop.) Cooke	X	X	-	X	CM	M
<i>Lyophyllum decastes</i> (Fr.)	X	-	-	-	CM	S
<i>Melanoleuca melaleuca</i> (Pers.)	-	X	-	-	CM	M
<i>Omphalina</i> sp.	-	-	X	-	NC	S
<i>Phyllotopsis nidulans</i> (Pers.)	-	X	-	-	NC	S
<i>Tricholoma</i> sp	X	X	-	-	CM	M

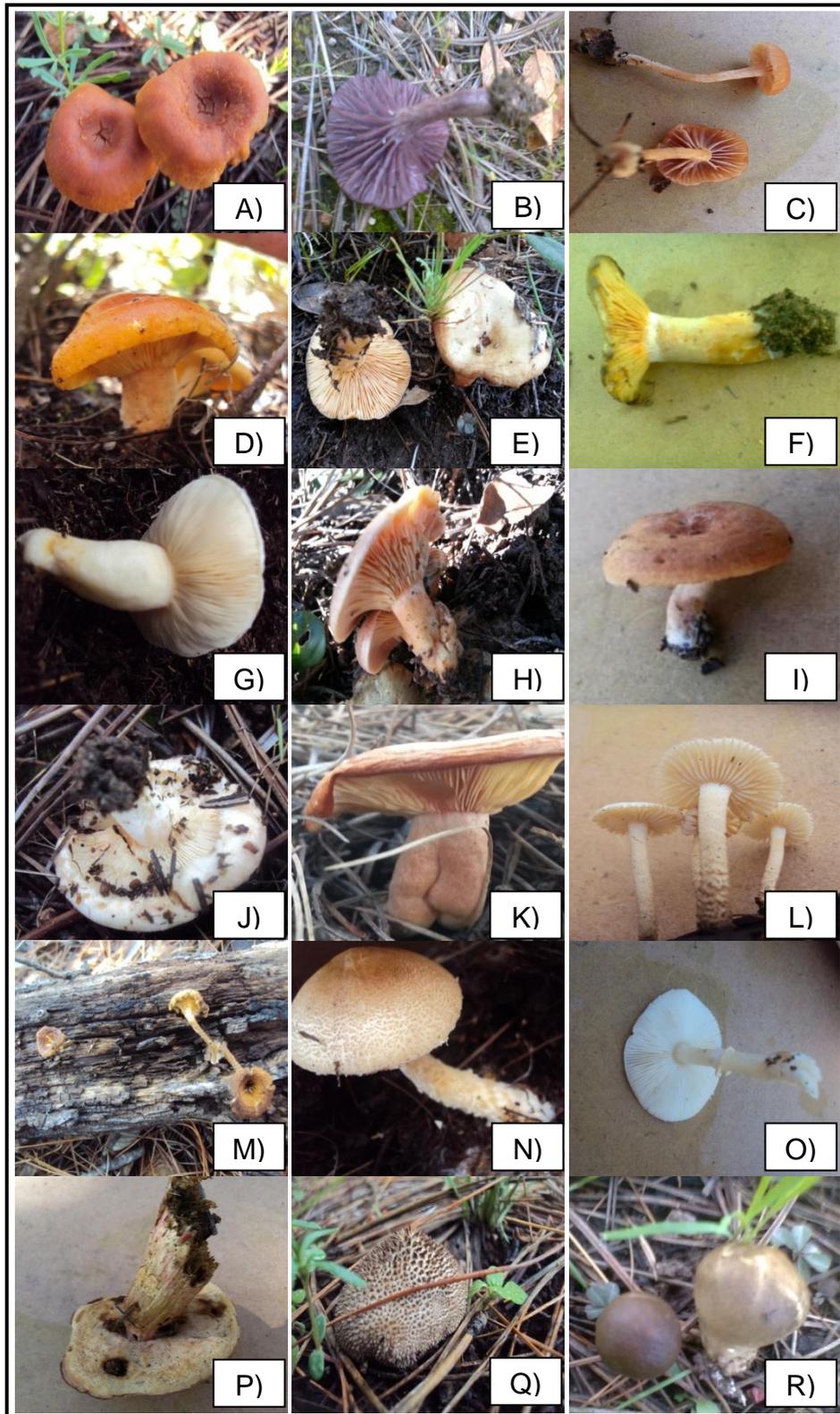
BP, Bosque de pino; BPE, Bosque pino-encino; BI, Bosque incendiado; BPC, Bosque de plantación de coníferas; CM, Comestible; NC, No Comestible; T, Tóxico; M, Micorrícica; S, Saprofita; P, Parásita; Presencia (X), Ausencia (-).



Imagen 8. Especies de macromicetos colectadas. A) *Agaricus campestris*; B) *Amanita* sp.; C) *A. muscaria*; D) *A. rubescens*; E) *A. vaginata*; F) *Astraeus hygrometricus*; G) *Auricularia* sp.; H) *Boletus edulis*; I) *B. pinophilus*; J) *Boletus* sp.; K) *Cantharellus lateritius*; L) *Clavulina*; M) *Clitocybe gibba*; N) *Clitocybe geophylla*; O) *Collybia alkalivirens*; P) *Conocybe*; Q) *Coprinus micaceus*; R) *Cortinarius* sp.



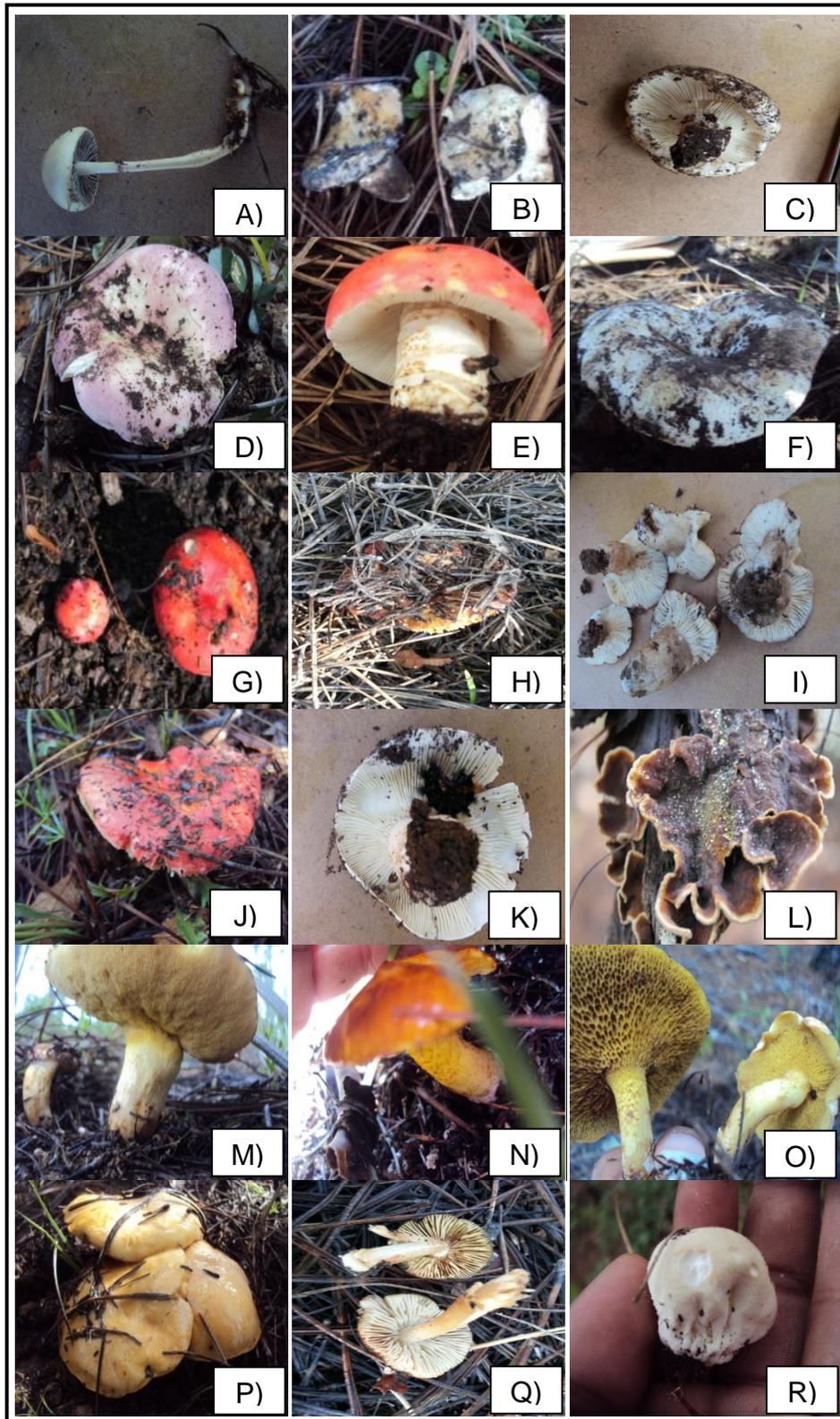
Continuación imagen 8. Especies de macromicetos colectadas. A) *Cortinarius gastroide*. B) *Crepidotus mollis*; C) *Cyathus stercoreus*; D) *Ganoderma* sp.; E) *Geastrum* sp.; F) *Gloeophyllum striatum*; G) *Gymnopilus* sp.; H) *Gymnopus* sp.; I) *Gymnopus dryophilus*; J) *Helvella acetabulum*; K) *Helvella macropus*; L) *Hohenbuehelia petaloides*; M) *Hohenbuehelia* sp.; N) *Hygrophorus hypothejus*; O) *Hygroporus* sp.; P) *Hypoloma capnoides*; Q) *Hypomyces lactifluorum*; R) *Inocybe* sp.



Continuación imagen 8. Especies de macromicetos colectadas.. A) *Laccaria amethystina*; B) *Laccaria laccata*; C) *Laccaria bicolor*; D) *Lactarius chrysorrheus*; E) *Lactarius deliciosus*; F) *L. deterrimus*; G) *L. piperatus*; H) *L. salmonicolor*; I) *Lactarius* sp.; J) *L. torminosus*; K) *L. volemus*; L) *Lentinus sulcatus*.; M) *Lentinus tigrinus*; N) *Lepiota clypeolaria*; O) *Lepiota* sp.; P) *Leccinum chromapes*; Q) *Lycoperdon echinatum*; R) *L. rimulatum*.



Continuación imagen 8. Especies de macromicetos colectadas. A) *Lycoperdon* sp.; B) *Lyophyllum decastes*; C) *Macrolepiota procera*; D) *Marasmius androsaceus*; E) *Melanoleuca melaleuca*. F) *Mycena pura*; G) *Mycena* sp.; H) *Morganella* sp.; I) *Panaeolus campanulatus*; J) *Panaeolus sphinctrinus*; K) *Paxillus involutus*; L) *Phallus impudicus*; M) *Phyllotopsis nidulans*; N) *Psathyrella candolleana*.; O) *Psilocybe coprophylla*; P) *Psilocybe* sp.; Q) *Polyporus arcularis*; R) *P. badius*.



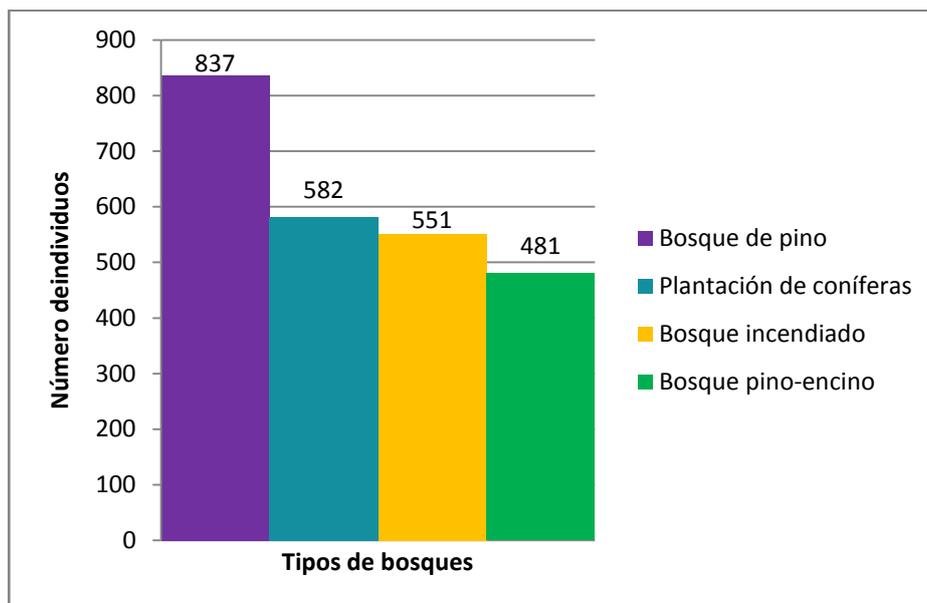
Continuación imagen 8. Especies de macromicetos colectadas. A) *Stropharia semiglobata*; B) *Russula albonigra*; C) *R. brevipes*, D) *R. cyanoxantha*; E) *R. decolorans*; F) *R. delica* G) *R. emetica*; H) *R. foetens*; I) *R. nigricans*; J) *Russula rosea*; K) *Russula* sp.; L) *Stereum ostrea*; M) *Suillus brevipes*; N) *Suillus granulatus*; O) *Suillus pictus* P) *Suillus tomentosus*; Q) *Tricholoma* sp. R) *Vascellum pratense*.

5.1.2 Abundancia

De los cuatro tipos de bosque, el que presentó mayor abundancia de macromicetos fue el de pino con 837 esporomas, seguido por la plantación de coníferas con 582, seguido por el bosque incendiado con 551 y finalmente el bosque de pino-encino con 481 (Gráfica 1). El bosque de pino y la plantación de coníferas presentaron a *Astraeus hygrometricus* (Ver imagen 9.A) como la especie con mayor abundancia, presentando 188 y 171 individuos respectivamente, mientras que en el bosque de pino-encino la especie más abundante fue *Russula brevipes* (Ver imagen 9.B) con 55 individuos y finalmente, en el bosque incendiado *Psathyrella candolleana* (Ver imagen 9.C) presentó la mayor abundancia con 341 individuos.



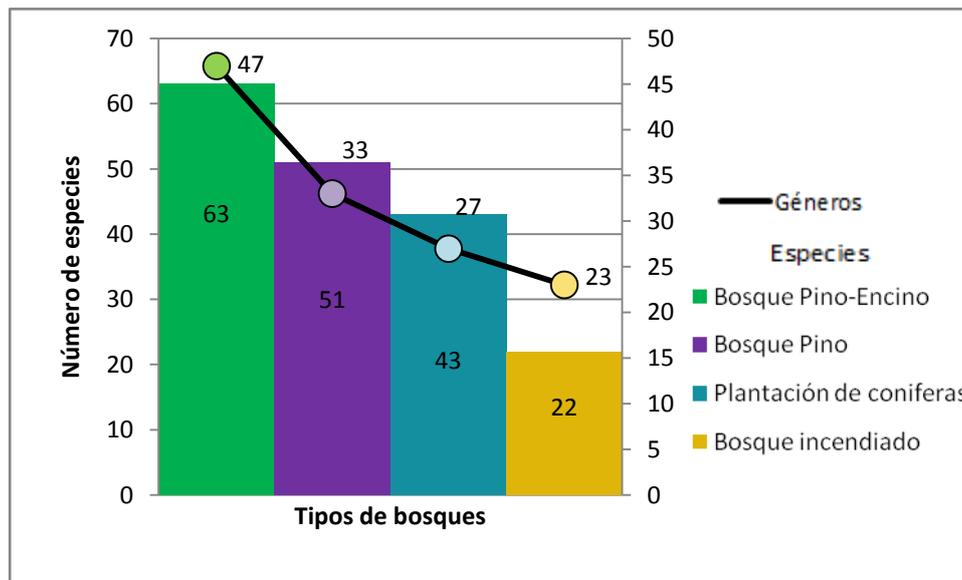
Imagen 9. Especies más abundantes en los diferentes tipos de bosques. A) *Astraeus hygrometricus*; B) *Russula brevipes*; C) *Psathyrella candolleana*.



Gráfica 1. Abundancia de esporomas en los diferentes tipos de vegetación.

5.1.3 Riqueza

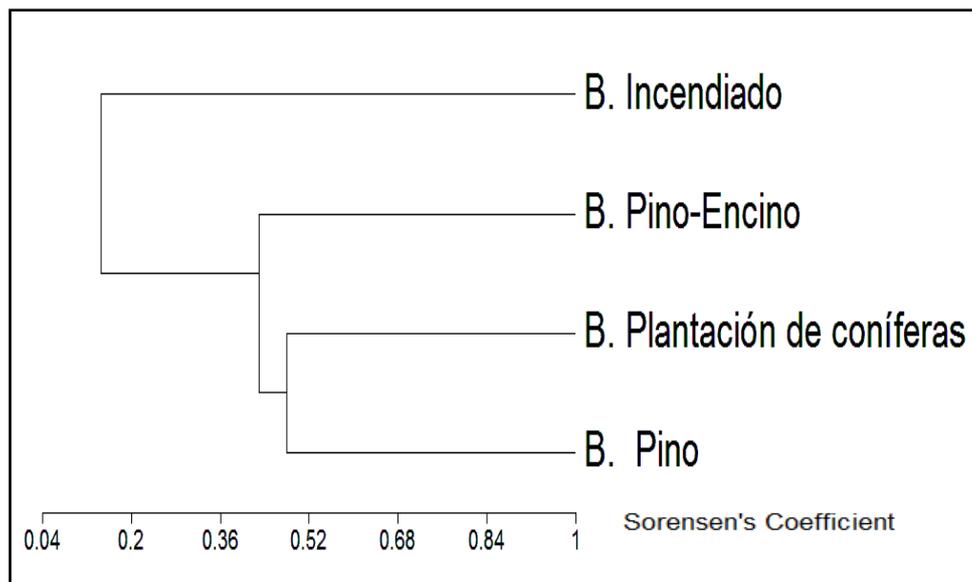
El Bosque de pino-encino tuvo la mayor riqueza con 63 especies y 47 géneros, seguido por el bosque de pino con 51 especies y 33 géneros, luego la plantación de coníferas con 43 especies y 27 géneros y el bosque incendiado con 22 especies y 23 géneros (Gráfica 2).



Gráfica 2. Riqueza de especies y géneros de esporomas en los diferentes tipos de vegetación.

5.1.4 Similitud de especies de macromicetos entre los diferentes tipos de vegetación

Con los resultados del dendrograma se pudieron definir tres grupos característicos (Gráfica 3). El primer grupo del dendrograma indicó que la mayor similitud ocurre entre el bosque de pino y la plantación de coníferas con un 48%, compartiendo especies como *Cortinarius* sp., *Laccaria laccata* y *Russula brevipes*. El segundo grupo está compuesto por el primer grupo y el bosque de pino-encino, los cuales tienen una similitud del 42% y comparten especies como *Laccaria laccata*, *Mycena* sp. y *Russula brevipes*; el tercer grupo está formado por el 2do. grupo y el bosque incendiado, los cuales tienen una similitud del 14% (Tabla 4, Apéndice I) y comparten especies como *Astraeus hygrometicus*, *Gymnopus dryophilus* y *Mycena* sp.



Gráfica 3. Dendrograma de similitud de especies de macromicetos entre los diferentes tipos de vegetación.

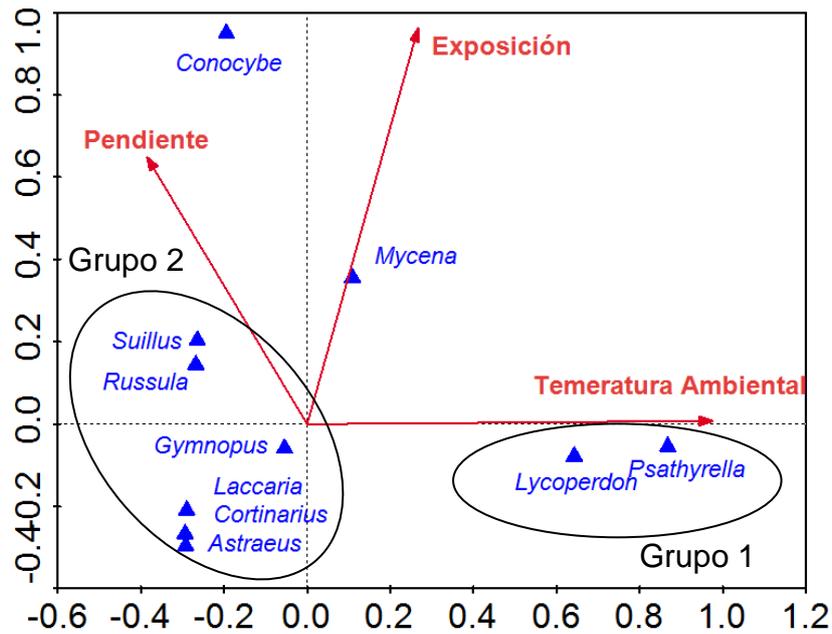
5.1.5 Relación de variables abióticas con la abundancia de cuerpos fructíferos

De las seis variables elegidas principalmente (Tabla 5, Apéndice 1) para el ACC, se tomaron en cuenta solo 3 de ellas, basados en su correlación con los Ejes 1, 2 y 3, y éstas fueron: temperatura del suelo, exposición y pendiente (Gráfico 4). El eje 1 está constituido por la temperatura ambiental, el eje 2 por la exposición y el eje 3 por la pendiente (Tabla 6, Apéndice 1).

Eje 1: Los géneros que presentaron mayor abundancia con relación a temperaturas altas (24°C) fueron *Psathyrella* y *Lycoperdon* (Grupo 1). Siendo éstos los más abundantes en el bosque incendiado. Los géneros *Russula* y *Suillus* tuvieron una correlación negativa con dicha variable.

Eje 2. El género *Mycena* tuvo su mayor abundancia a valores medios de exposición (Sur-180°, Oeste-270°), mientras que *Gymnopus*, *Laccaria*, *Cortinarius* y *Astraeus* (Grupo 2) tuvieron una correlación negativa con esta variable. Éstos últimos cuatro géneros fueron de los que presentaron mayor abundancia en el bosque de pino.

Eje 3: Los géneros correlacionados con la variable pendiente fueron los géneros *Suillus* y *Russula* (Grupo 2), presentándose en pendientes de hasta 20°. El género *Conocybe* no fue explicado por ninguna de las variables presentes en el diagrama de ordenación del ACC.



Gráfica 4. Relación de variables abióticas sobre la abundancia de macromicetos.

5.2 Micromicetos

De las 113 especies de macromicetos colectados en campo se obtuvieron 249 cultivos de micromicetos, 68 para el bosque de pino, 72 para el bosque de pino-encino, 34 para el bosque incendiado y 75 para la plantación de coníferas. Se describieron 32 Morfoespecies (ME; micromicetos no identificados) y se identificaron 17 géneros de micromicetos, estos son: *Hypomyces*, *Torula*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Acremonium*, *Aspergillus*, *Bispora*, *Cunninghamella*, *Curvularia*, *Gonatobotryum*, *Heterocephalum*, *Mycogone*, *Botryosporium* y *Oidium* (Imagen 10). De los 68 cultivos realizados para el bosque de pino, 9 de ellos no produjeron esporas y 3 fueron mermados por la presencia de ácaros; de los cultivos del bosque de pino-encino, 7 no esporularon y 3 se dañaron por la presencia de ácaros; de los cultivos del bosque incendiado, 4 presentaron ácaros y solo 1 no esporulo; y finalmente, para los del bosque de plantación de coníferas 5 presentaron ácaros y 7 no produjeron esporas.

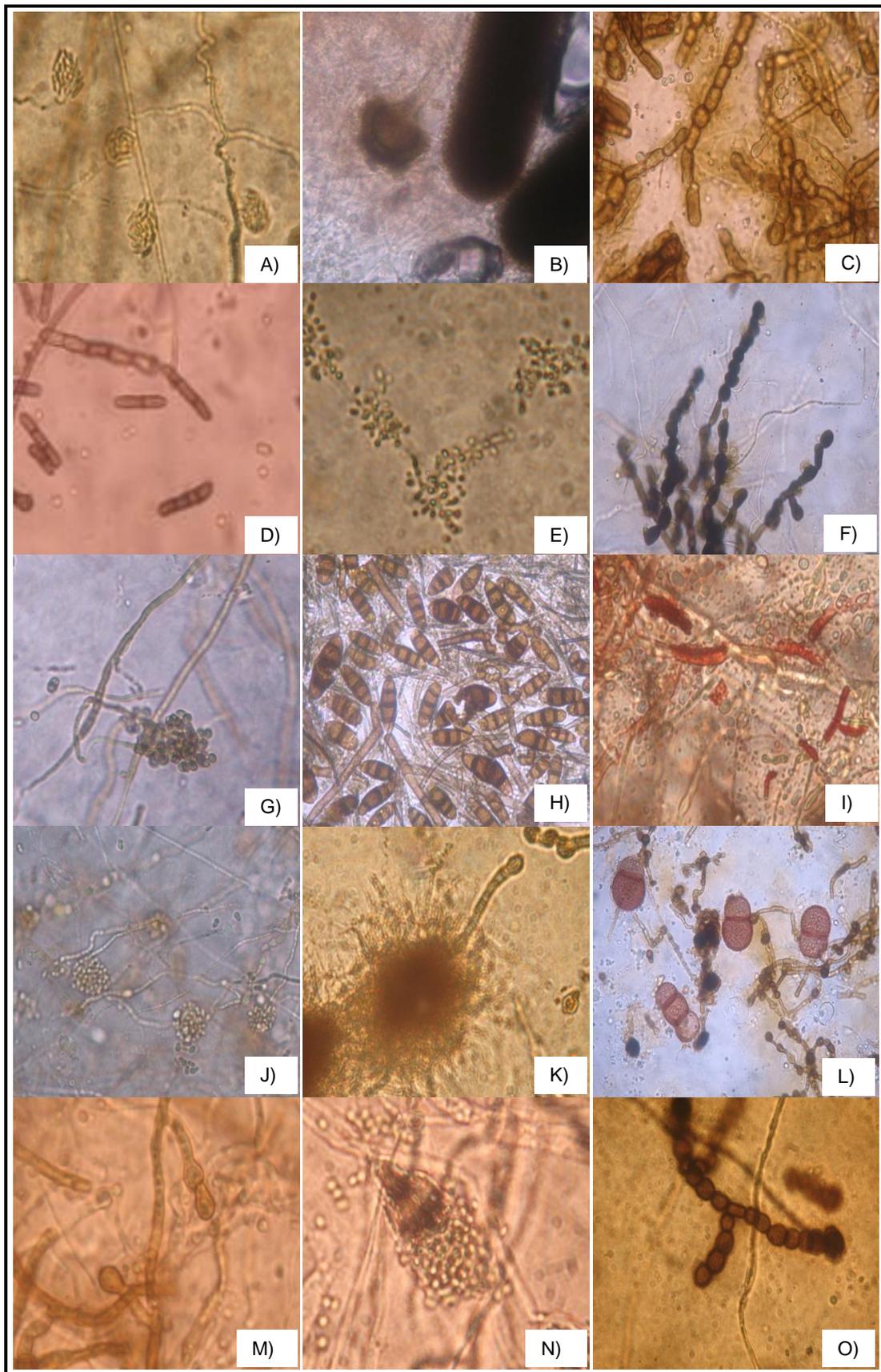
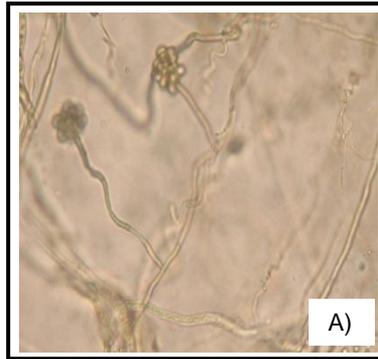


Imagen 10. Géneros de micromicetos estudiados. A) *Acremonium*; B) *Aspergillus*; C) *Aureobasidium*; D) *Bispora*; E) *Botryosporium*; F) *Cladosporium*; G) *Cunninghamella*; H) *Curvularia*; I) *Fusarium*; J) *Gonatobotryum*; K) *Heterocephalum*; L) *Mycogone*; M) *Oidium*; N) *Penicillium*; O) *Torula*.



Continuación imagen 10. Géneros de micromicetos estudiados. A) *Trichoderma*.

5.2.1 Descripción de los géneros de micromicetos estudiados

Acremonium: Presenta colonias de lento crecimiento, de tonalidades que van desde el blanco hasta el naranja. Las hifas son finas y hialinas, produciendo fialides erectas; las conidias son de una célula, hialinas o pigmentadas, globosas o cilíndricas y mayormente agregadas en cabezas en el extremo de cada fialide. Es saprobia, principalmente aislada de materia vegetal muerta y del suelo. Algunas especies son patógenas oportunistas del hombre y de animales, causando mycetoma, onicomycosis y hialofomicosis (www.mycology.adelaide.edu.au). Es de los principales hongos celulolíticos registrados (Sterling *et al.*, 2010).

Asperillus: Es de distribución cosmopolita y se presenta en gran variedad de sustratos. Algunas especies son capaces de causar deterioro de alimentos; por otro lado, algunas son usadas en la industria para la fermentación por la producción de ácidos orgánicos, como ácido cítrico y glucónico (Silva, 2011). Otras son patógenas de humanos, causando Aspergilosis, ésta es una infección mortal en pacientes inmunocomprometidos (Walsh, *et al.*, 2008).

Aureobasidium: Es comúnmente conocido como “levadura negra”. Es patógeno en plantas y humanos; saprobio, presente en néctar, en capullos, en hojarasca y en muchos otros hábitats (Bridge, 1959). Es usado como biocontrolador de la decadencia de manzana causada por *Botrytis cinérea* y *Penicillium expansum* (Ippolito *et al.*, 2000).

Bispora: Es un hypomiceto de la familia Dematiaceae, presenta conidias con 1-3 septos, tienen los extremos truncados que son producidos en conidióforos largos y crece como saprobio en tallos de diversas plantas (Raghuveer, 1970). La especie *Intralichen* gen. Nov. es un hongo que presenta micelio creciendo dentro de los tejidos del himenio o del talo de líquenes (Hawksworth y Cole, 2002). Otras especies como *B. aeglei* es registrada como hongo folícola, causando la enfermedad de la mancha foliar (Dubey y Pandey, 2011).

Botryosporum: Presenta conidióforos largos, delgados, hialinos, compuestos por numerosos y alargados ejes, ramificaciones laterales y de la misma longitud, éstas ramificaciones producen dos o más ramificaciones secundarias, las cuales son engrosadas en las puntas y tienen cabezas de conidias; las conidias son hialinas, de una célula, ovoides y son sáprobios en la materia vegetal muerta.

Cladosporium: Muchas especies son patógenas de plantas o sáprobias, es de crecimiento rápido en medios de cultivos, sus colonias tienen una apariencia algodonosa y un color oliváceo. Las especies *C. carrionii* y *C. cladosporoides* son patógenas del hombre, pues causan cromoblastomycosis, que es una lesión en la piel e infecciones cutáneas, oculares y nasales, respectivamente (Borrego, 2012).

Cunninghamella: Las infecciones causadas por éste hongo son poco frecuentes pero severas y presentan alta mortalidad (González-Abad y Sanz, 2012), por esto, éste género es importante en medicina micológica, causando sinusitis, zygomycosis endobronquial, infección pulmonar en pacientes con cáncer y con diabetes mellitus. En los procesos biotecnológicos es aprovechada por su capacidad de metabolizar compuestos aromáticos y drogas farmacológicas (Shiosaki *et al.*, 2001).

Curvularia: Es un hongo dematiaceo, sáprofita y patógeno de plantas, con una distribución mayor en áreas tropicales y subtropicales, asociado con varios sustratos orgánicos. Pocas veces provoca infecciones sistemáticas y solo se ha reportado causante de la rinosinusitis alérgica (Cruz *et al.*, 2013).

Fusarium: Está distribuido ampliamente en el suelo y las plantas, es considerado oportunista y muchas especies tienen gran capacidad de ocasionar enfermedades en distintos tipos de plantas cultivadas, también algunas especies pueden causar infecciones en humanos y animales (Arbeláez, 2000); sólo 12 de sus especies son patógenas para el humano, entre las que se destacan *F. solani*, *F. oxysporum* y *F. verticilloides*. *In vitro* se desarrolla en mejores condiciones en Papa Dextrosa-Agar a 25°C, desarrollando micelio aéreo algodonoso, de color marrón rojizo (Sempere *et al.*, 2004).

Gonatobotryum: Es registrado como micoparásito de especies de *Ceratocystis* y *Piptocephalis xenophila*, así mismo, fue usado para estudiar los principios básicos del parasitismo (Shigo, 1960). Algunas especies, como *G. picea*, son registradas como herbícolas, ésta fue encontrada en fósiles de plántulas de *Picea báltica*, el hongo se encontraba en un estado activo en donde continuó creciendo y esporulando, aún después de ser envuelto en resina (Dörfelt y Schmidt, 2007).

Heterocephalum: Tienen una apariencia como de *Aspergillus* pero muy grande, es de color naranja amarilloso, la cabeza proyecta numerosos espinas o cerdas, ésta nace de un conidióforo que parece estar compuesto por numerosas hifas delgadas y ascendentes (Thaxter, 1903).

Mycogone: Es micoparásito de *Agaricus brunnescens*, responsable de causar necrosis en el micelio de su hospedero, causando eventualmente su muerte (Gray y Morgan-Jones, 1981). Las condiciones óptimas para su desarrollo *in vitro* son de 25°C y un pH de 5.5 (Siwulski *et al.*, 2011).

Oidium: Mejor conocido como “*cenicilla*”, éste es un patógeno que se presenta en plantas de la familia Cucurbitaceae, como el pepino (Yáñez *et al.*, 2012) y es una de las enfermedades más importantes en los cultivos hortícolas, por lo cual, es de gran importancia económica; sus cepas crean resistencia hacia los fungicidas utilizados para combatirlo (López *et al.*, 2005). Es un biotrofo obligado, es decir, la esporulación de las colonias dependen del éxito de la

penetración en el hospedero, luego los haustorios continúan formándose (Jones *et al.*, 2001).

Penicillium: Es el hongo productor de penicilina más conocido, es cosmopolita y suele formar colonias verdeazuladas sobre el pan y cítricos. Tiene acción en antibiosis y fungistasis (Heredia, 2008). Algunas especies (*P. verrucosum* y *P. exansum*) producen la micotoxina Ocratoxina A y Patulina, presentes en cereales y productos derivados y en manzanas y otros frutos, respectivamente (Méndez y Moreno, 2009). La especie *P. purpurogenum* es capaz de producir pigmentos rojos en diferentes medios de cultivo, con diferentes fuentes de carbono y de nitrógeno, los cuales son utilizados en las industrias alimenticias y farmacéuticas (Méndez *et al.*, 2007).

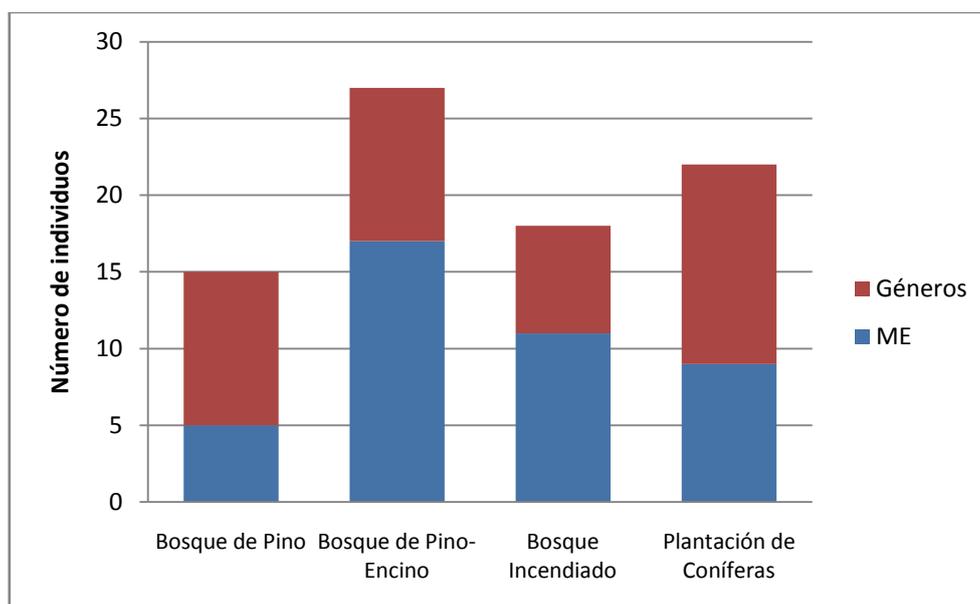
Torula: Es una levadura de la familia Dematiaceae, la cual produce lesiones en las patas de adultos de insectos parásitos como *Exeristes comstockii* (Hymenoptera: Ichneumonidae), provocándoles la pérdida de la movilidad e interfiriendo con la ovoposición; penetra a los tejidos de su hospedero por las heridas causadas por peleas (Bucher y Bracken, 1966).

Trichoderma: Es parásita de especies de macromicetos como *Agaricus bisporus*, en el cual produce un micelio denso y blanco, con colonias de rápido crecimiento y de color verdoso. Por lo cual, especies de *Trichoderma* han sido considerados como un problema, causando pérdidas en los cultivos de hongos (Romero *et al.*, 2009). Este género también es conocido por su habilidad de actuar como biocontrolador de diversos patógenos en plantas. Sus principales mecanismos de control son el micoparasitismo, la antibiosis y la competencia por recursos y espacio (Harman, 2006).

5.2.2 Géneros y Morfoespecies por tipo de vegetación

El tipo de vegetación que presentó más abundancia de micromicetos es el bosque de pino-encino con 27 registros; 17 ME y 10 géneros (Gráfica 5), estos son: *Penicillium*, *Trichoderma*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Torula*, *Bispora*, *Mycogone*, *Oidium*, *Hypomyces* y *Fusarium*; este fue seguido por el bosque de

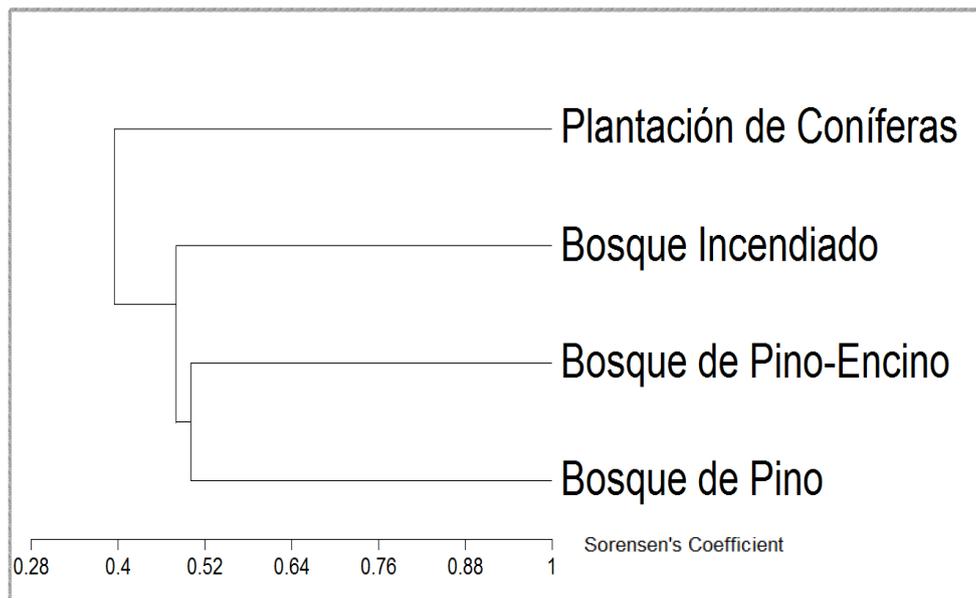
plantación de coníferas con 10 ME y 13 géneros (*Cunninghamella*, *Hypomyces*, *Acremonium*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Mycogone*, *Trichoderma*, *Curvularia*, *Heterocephalus*, *Fusarium*, *Torula*, *Botryosporum* y *Aureobasidium*); luego el bosque incendiado con 11 ME y los siguientes 7 géneros: *Penicillium*, *Trichoderma*, *Torula*, *Botryosporum*, *Fusarium*, *Cladosporium* y *Aureobasidium*; y por último, se encuentra el bosque de pino, en el cual se registraron 5 ME y 10 géneros: *Trichoderma*, *Hypomyces*, *Aureobasidium*, *Penicillium*, *Curvularia*, *Cladosporium*, *Bispora*, *Aspergillus*, *Torula* y *Fusarium*.



Gráfica 5. Abundancia de géneros de micromicetos y morfoespecies en los diferentes tipos de vegetación.

5.2.3 Similitud de géneros entre los diferentes tipos de vegetación

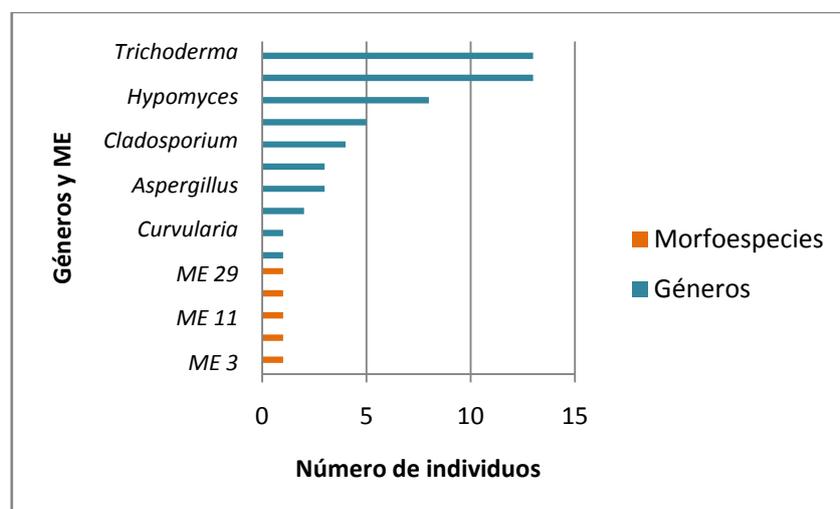
La mayor similitud se dio entre el bosque de pino-encino y el bosque de pino con un 50% (Gráfica 6; Apéndice I, Tabla 7), éstos comparten los géneros *Bispora*, *Torula*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Hypomyces*, *Aureobasidium*, *Penicillium* *Trichoderma*, la ME 29, ME 3 y la ME 11. Estos tipos de vegetación tienen una similitud del 48% con el bosque incendiado, con ellos comparte la ME 11, los géneros *Trichoderma*, *Torula*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Cladosporium* y *Aureobasidium*; finalmente, la plantación de coníferas se asemeja a los anteriores en un 39%, compartiendo con ellos los últimos 6 géneros y a *Hypomyces*.



Gráfica 6. Dendrograma de similitud para los géneros de micromicetos entre los diferentes tipos de vegetación.

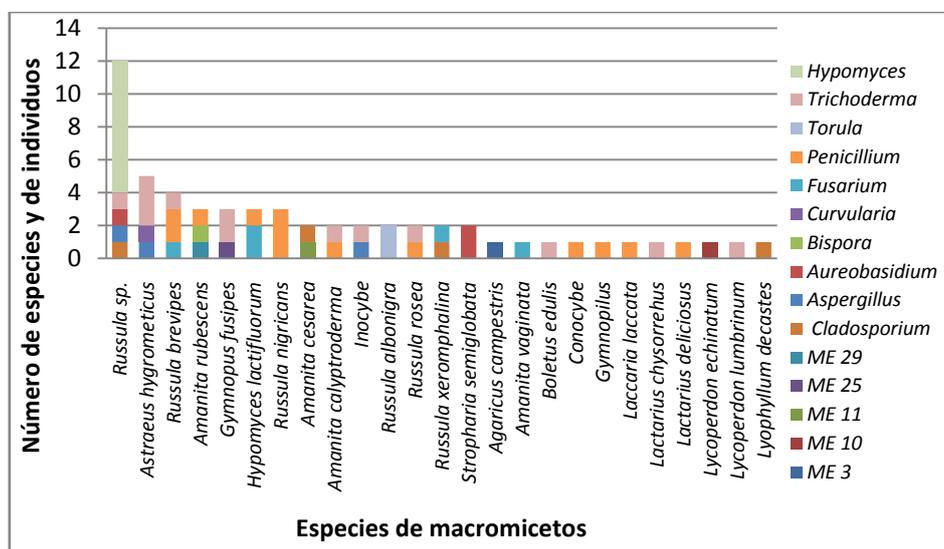
5.2.4 Asociación entre macromicetos y micromicetos

Bosque de pino. Los géneros de micromicetos más abundantes fueron *Penicillium* y *Trichoderma*, ambos con 13 registros (Gráfica 7), estos asociados principalmente a los esporomas *Russula nigricans* y *Astraeus hygrometicus*, respectivamente, seguidos por *Hypomyces* con 8 registros, asociado al género *Russula*, luego *Fusarium* con 5 registros, *Cladosporium* con 4 y *Aureobasidium*, *Aspergillus* y *Cladosporium* con 3, *Torula* con 2 y finalmente con un solo registro *Curvularia*, *Bispora* y las ME 29, 25, 11, 10 y 3.



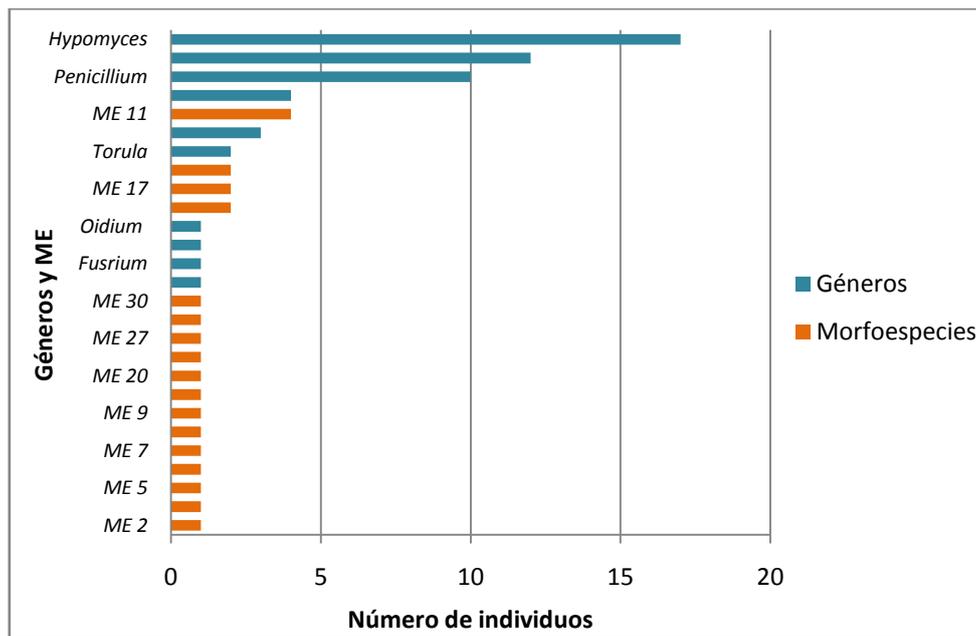
Gráfica 7. Abundancia de géneros de micromicetos y morfoespecies.

Russula fue el género que presentó la mayor riqueza de micromicetos presentando asociaciones con los géneros *Hypomyces*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Trichoderma* y *Aspergillus* (Gráfica 8). Las asociaciones entre macro-micro resultaron significativas ($p < 0.01$) (Apéndice I, Tabla 9).

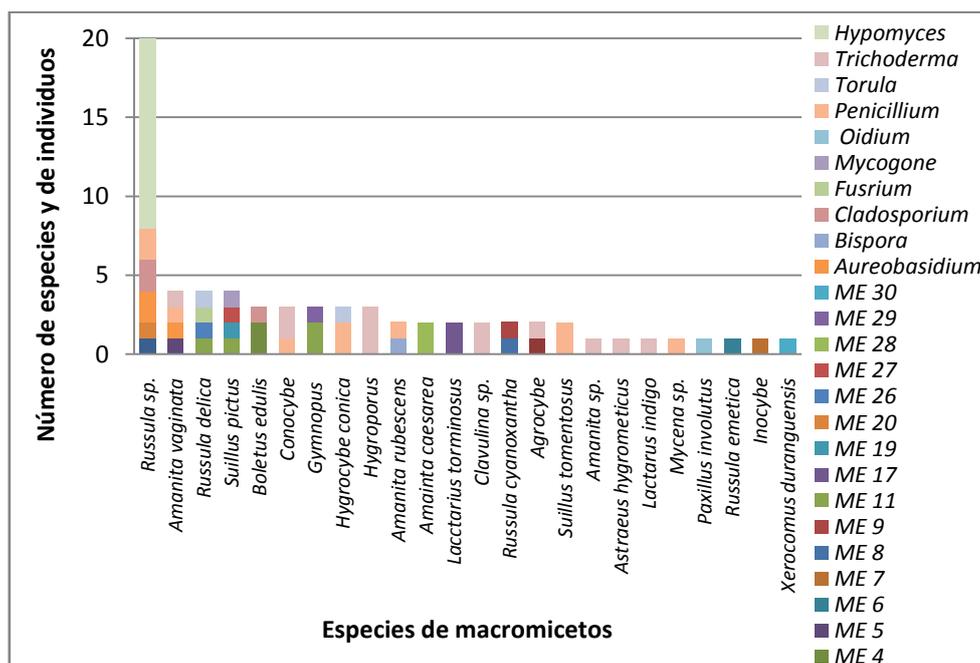


Gráfica 8. Riqueza y abundancia de géneros de micromicetos y morfoespecies asociados a especies de macromicetos.

Bosque de pino-encino. El micromiceto más abundante fue *Hypomyces* con 17 registros, asociado al género *Russula*; seguido de *Trichoderma* con 12 registros, asociado principalmente a la especie *Hygrophorus sp.*, luego *Penicillium* con 10 registros, posteriormente *Cladosporium* y la ME 11 con 4 registros, *Aureobasidium* con 3, luego *Torula*, ME 28, ME 17 y ME 4 con 2 registros; finalmente *Oidium*, *Mycogone*, *Fusarium*, *Bispora*, y las otras morfoespecies con un registro solamente (Gráfica 9). De igual manera, el género con más abundancia de micromicetos fue *Russula sp.* con 17 registros de *Hypomyces*, 2 de *Penicillium*, *Cladosporium*, *Aureobasidium* y 1 de la ME 20 (Gráfica 10). En este tipo de vegetación la mayor riqueza de micromicetos la presentó la especie *Russula sp.* asociándose a *Hypomyces*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Aureobasidium*, ME 20 y a la ME 2, seguida por *Suillus pictus* y *Russula delica*, ambos con 4 micromicetos asociados, los cuales son *Fusarium*, *Torula*, ME 26, ME 11 y, *Mycogone*, ME 19, ME 27 y ME 11, respectivamente ($p < 0.01$) (Apéndice 1, Tabla 9).



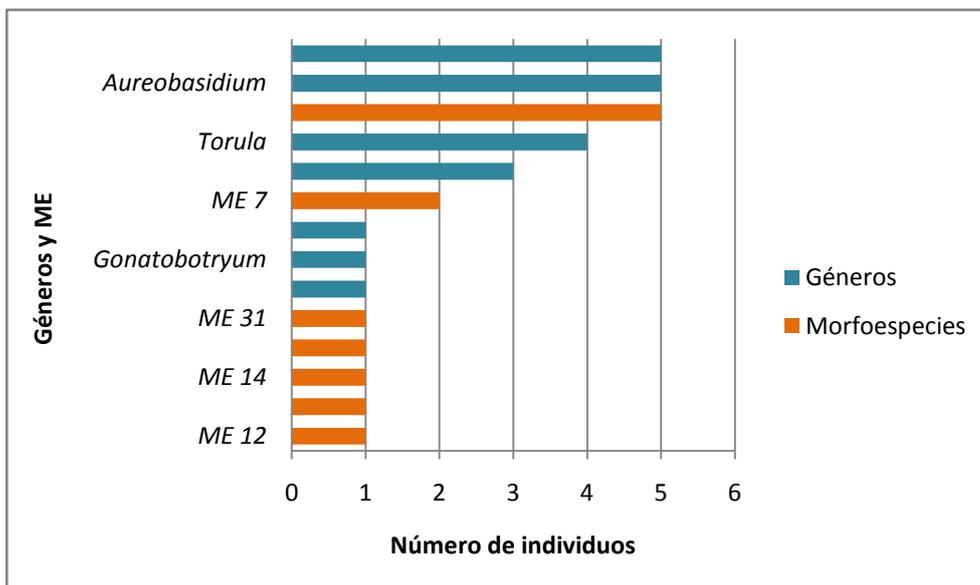
Gráfica 9. Abundancia de géneros de micromicetos y morfoespecies.



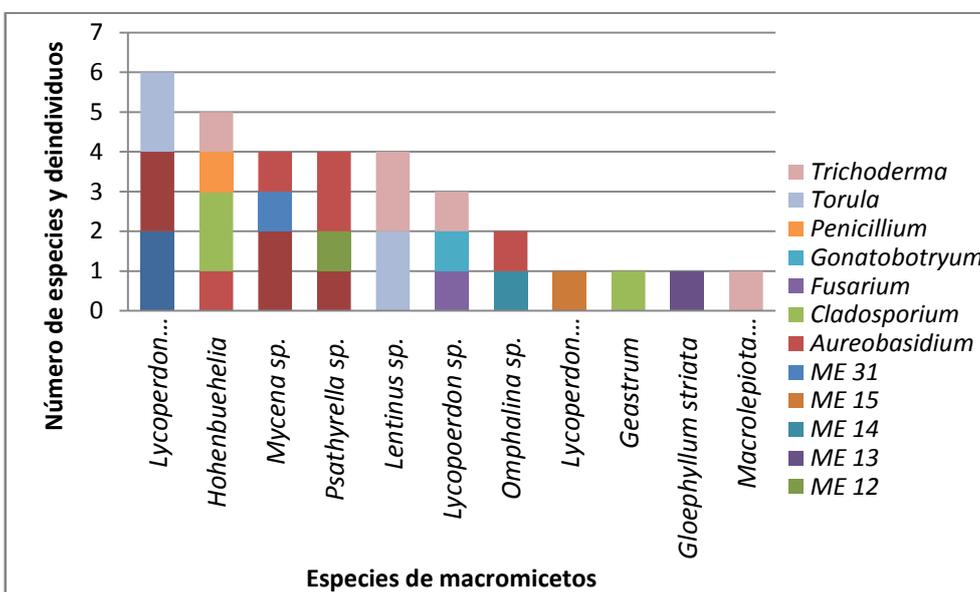
Gráfica 10. Riqueza y Abundancia de géneros de micromicetos y morfoespecies asociadas a especies de macromicetos.

Bosque incendiado. La abundancia más alta la compartieron *Trichoderma*, *Aureobasidium* y la ME 11, todos con 5 registros; luego *Torula*, *Cladosporium*, y la ME 7 con 4, 3 y 2, respectivamente; finalmente, *Penicillium*, *Gonatoboryum*, *Fusarium* y las demás morfoespecies con solo un registro (Gráfica 11). *Lycoperdon rimulatum* presentó la mayor abundancia de micromicetos con 2

registros de *Torula*, ME 7 y ME 11 (6 registros en total). Por otro lado, *Hohenbuehelia* sp. fue la más rica en micromicetos, asociándose con *Cladosporium*, *Penicillium*, *Trichoderma* y ME 11 ($p < 0.01$) (Gráfica 12; Apéndice I, Tabla 9).



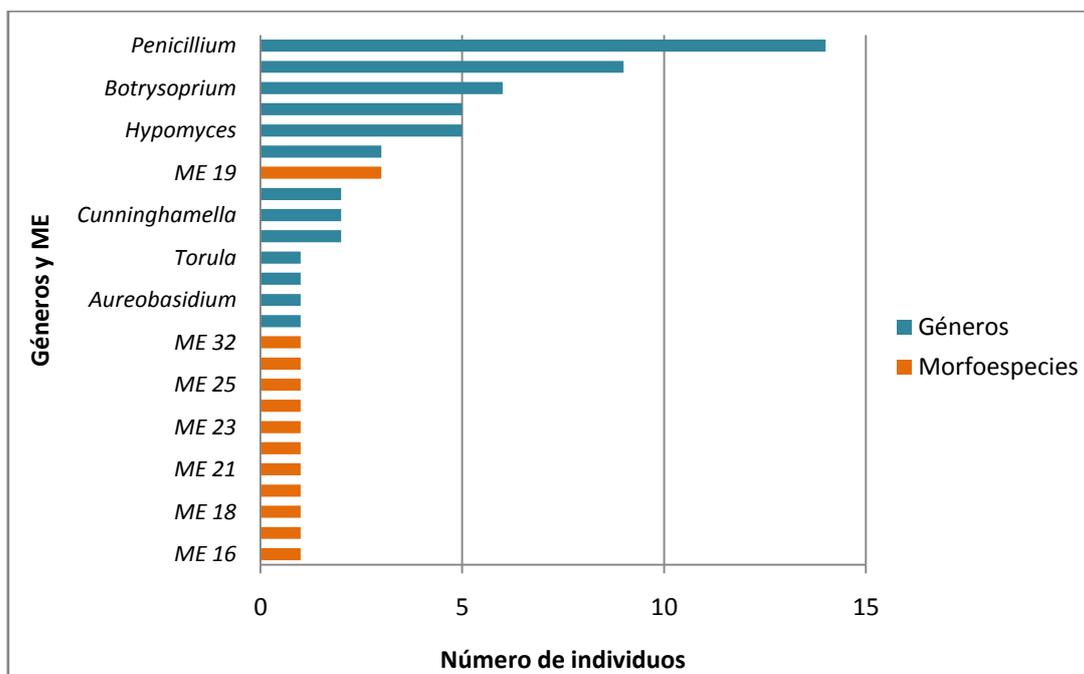
Gráfica 11. . Abundancia de géneros de micromicetos y morfoespecies.



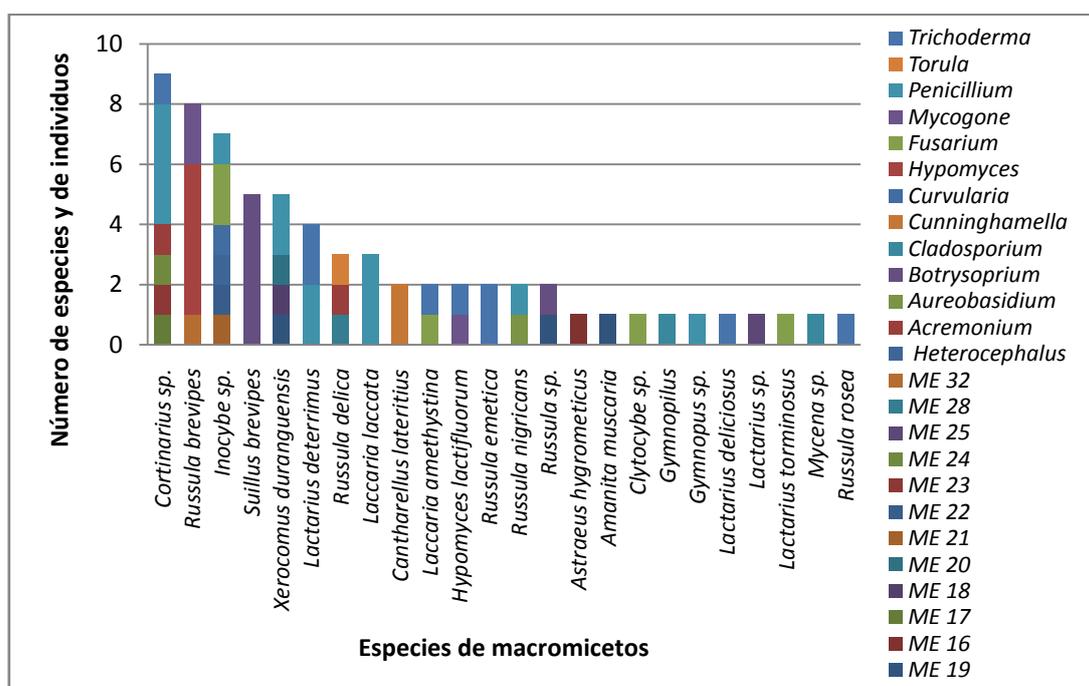
Gráfica 12. Riqueza y Abundancia de géneros de micromicetos y morfoespecies asociados a especies de macromicetos.

Bosque de plantación de coníferas. El género de micromiceto más abundante fue *Penicillium* con 14 registros, seguido por *Trichoderma*, *Botryosporum*, *Hypomyces* y *Fusarium* con 9, 6, 5, 5, respectivamente; luego se encuentran *Mycogone* y ME 19, ambos con 3 registros; finalmente, *Cunninghamella*, *Cladosporium*, *Acremonium* con 2 y *Torula*, *Curvularia*,

Aureobasidium, *Heterocephalus*, y las otras morfoespecies con 1 registro (Gráfica 13), Las especies de micromicetos con mayor riqueza de micromicetos fueron *Inocybe* sp y *Cortinarius* sp., ambos con 6 registros (Gráfica 14), ésta última especie de micromiceto también fue la que tuvo mayor abundancia de micromicetos, asociándose con *Trichoderma*, *Penicillium*, *Acremonium*, ME 24, ME 23 y ME 17 ($p < 0.01$) (Tabla 9, Apéndice I).



Gráfica 13. Abundancia de géneros de micromicetos y morfoespecies.



Gráfica 14. Riqueza y Abundancia de géneros de micromicetos y morfoespecies asociadas a especies de macromicetos.

5.3 Insectos

De los 2,451 esporomas colectados en los distintos tipos de vegetación, se obtuvieron 1,250 insectos. El mayor número de individuos lo obtuvo el orden Coleoptera con 1151, seguido por Diptera con 55, luego Hymenoptera con 32, finalmente Lepidoptera y Orthoptera con 11 y un individuo, respectivamente (Imagen 11).

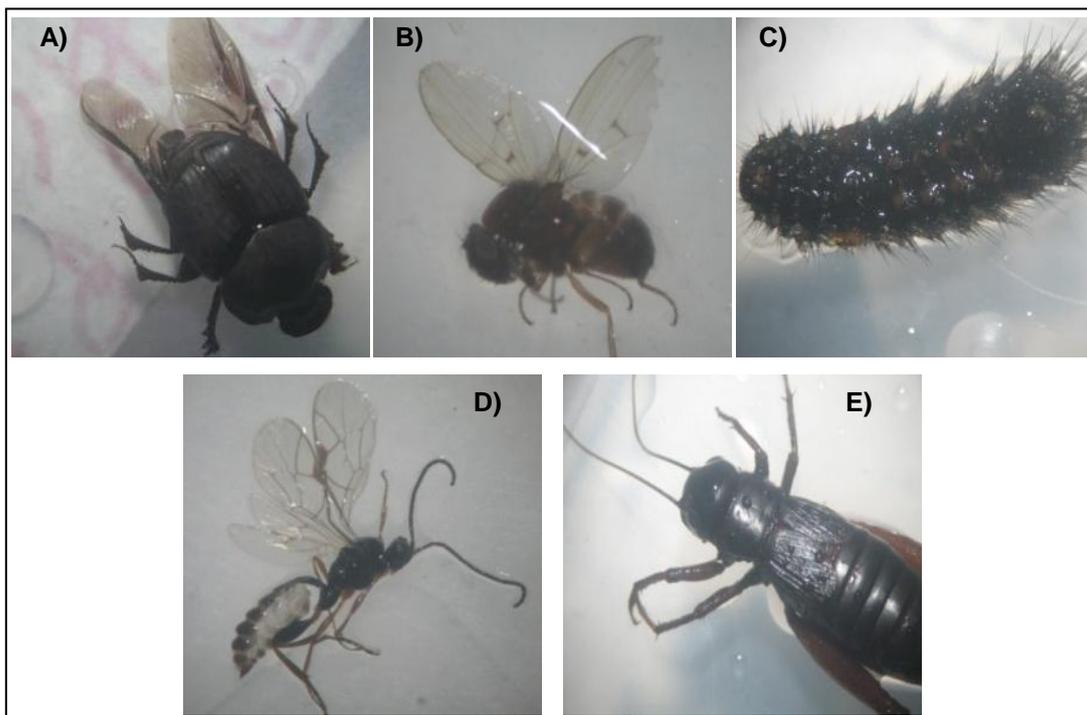
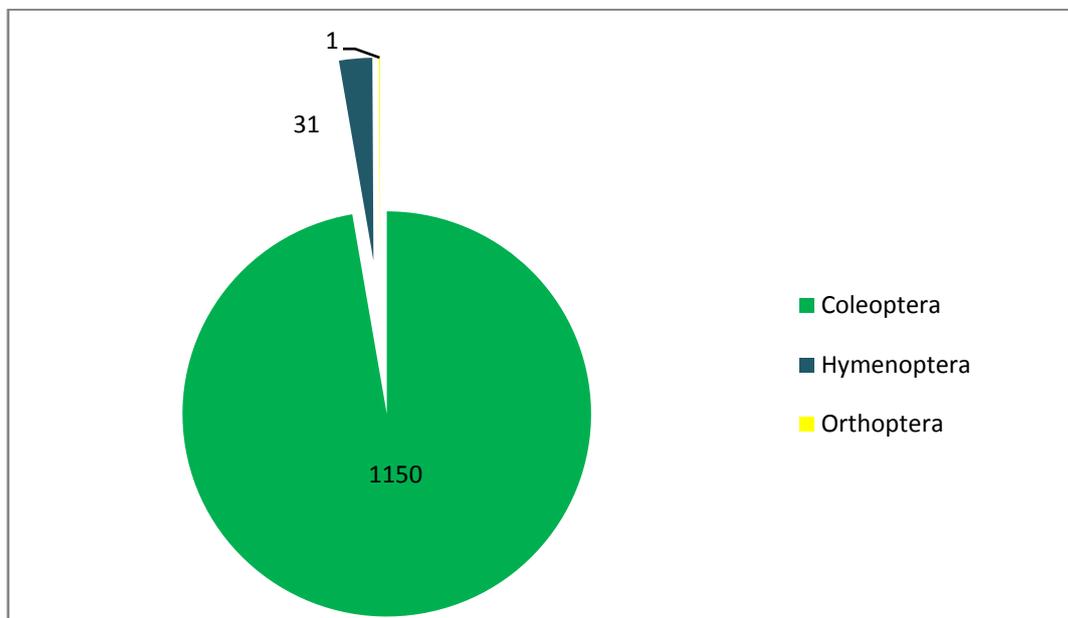


Imagen 11. Órdenes de insectos obtenidos. A) Coleoptera; B) Diptera; C) Lepidoptera; D) Hymenoptera; E) Orthoptera.

5.3.1.- Insectos colectados en campo

El orden Coleoptera fue el más abundante presentando 1,150 individuos (Gráfica 15), 1,147 en estado adulto y 3 en estado larval. Los adultos estuvieron distribuidos en 8 familias estas son; 1) Staphylinidae con un total de 1,123 individuos, de los cuales solo se logró identificar 1 especie: *Oxyporus mexicanus* que presentó 7 individuos; 2) Carabidae, solo con el género *Calosoma* (1 individuo); 3) Endomychidae con un individuo; 4) Scarabaeidae la cual está representada por dos especies que son *Canthon* sp. y *Aphodius granarius* con 3 y 1 individuos, respectivamente; 5) Curculionidae con solo 1 género que es *Brachyrhinus* (1 individuo); 6) Nitidulidae con el género *Phenolia*

con 6 individuos; 7) Dermestidae con la especie *Anthrenus verbasci* (1 individuo) y; 8) Cucujidae distribuida en dos géneros que son: *Uleiota* y *Laemophloeus* con 9 y 1 individuo, respectivamente (Imagen 12). Seguido por el orden Hymenoptera con 31 individuos distribuidos en las familias Formicidae, Ichneumonidae, Braconidae y Figitidae con 28, 1, 1 y 1 individuos respectivamente; luego el orden Orthoptera (1) distribuido en la familia Gryllidae. Además de los insectos se obtuvieron otros artrópodos como colémbolos, arácnidos y quilópodos; también se encontraron moluscos (i.e. babosas); de la clase Collembola se identificaron a las familias Hypogastruridae, Dicyrtomidae y Sminthuridae (Imagen 13).



Gráfica 15. Abundancia de individuos de los diferentes órdenes de insectos presentes en los esporóforos de los macromicetos en el campo



Imagen 12. Insectos colectados en campo. A) Staphylinidae; B) Carabidae (*Calosoma*); C) Endomychidae; D) Scarabaeidae (*Aphodius granarius*); E) Curculionidae (*Brachyrhinus*); F) Nitidulidae (*Phenolia*); G) Dermestidae (*Anthrenus verbasci*); H) Cucujidae (*Laemophloeus*); I) Formicidae (*Monomorium*); J) Ichneumonidae; K) Braconioidea; L) Figitidae; M) Gryllidae.

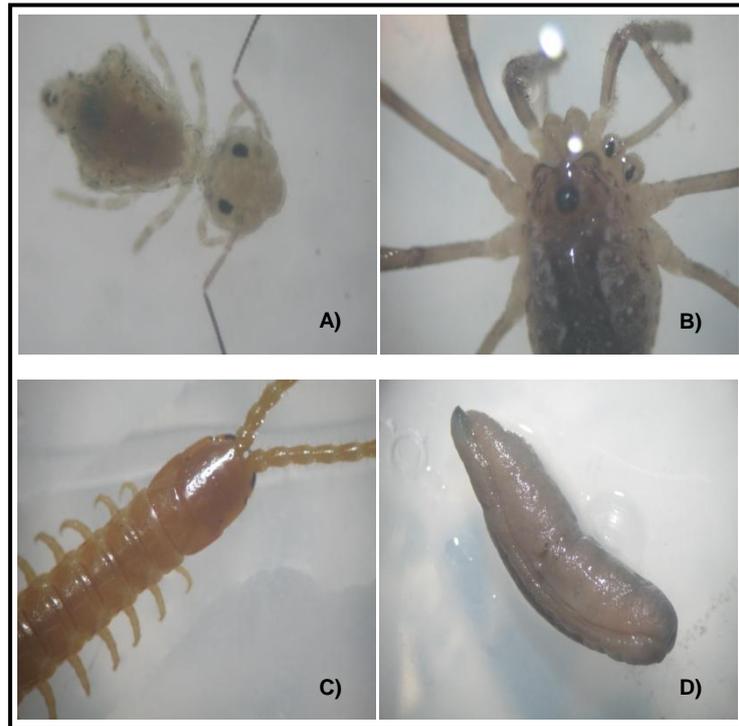


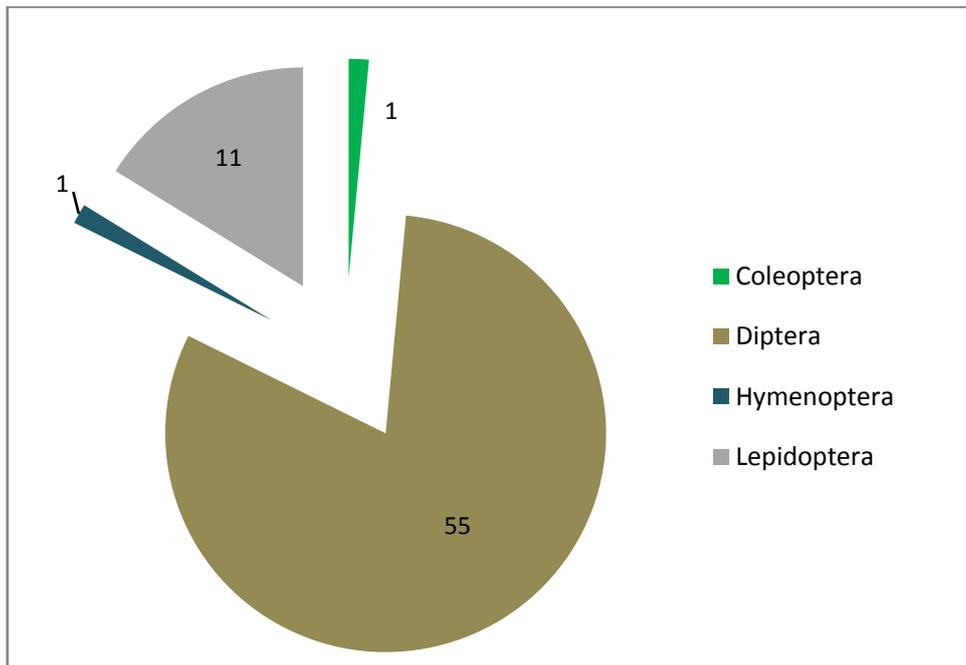
Imagen 13. Otros artrópodos colectados. A) Collembola; B) Arachnida; C) Chilopoda; D) Mollusca.

5.3.2. Insectos colectados en cámaras trampa

Los primeros individuos de insectos colectados de las cámaras trampa se observaron dos semanas después del inicio del trabajo de campo. Éstos pertenecieron al orden Diptera, el cual fue más abundante con 55 individuos, distribuyéndose en 2 familias: Drosophilidae y Phoridae, éstas a su vez se distribuyeron en las especies *Drosophila* sp. y *Megaselia scalaris* con 38 y 17 individuos, respectivamente. Seguido por los órdenes Hymenoptera y Coleoptera, los cuales se distribuyeron en las familias Ichneumonidae y Cucujidae, éste último representado por el género *Uleiota* (Imagen 14); ambos con un individuo solamente. De los 11 individuos de Lepidópteros en estado larval, no se logró criar exitosamente a ninguno de ellos y por tanto, no fue posible determinar su taxonomía; se tuvo una mortalidad total en este orden (Gráfica 16; Tabla 2).



Imagen 14. Insectos criados en las cámaras trampa de insectos. A) Drosophilidae (*Drosophila* sp.); B) Phoridae (*Megaselia scalaris*); C) Ichneumonidae; D) Cucujidae (*Uleiota*).



Gráfica 16. Abundancia de individuos de los diferentes órdenes de insectos criados en las cámaras trampa.

Tabla 2. Órdenes y familias de insectos colectados y criados.

ÓRDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
COLEOPTERA	Staphylidae	<i>Oxyporus</i>	<i>mexicanus</i>
	Carabidae	<i>Calosoma</i>	
	Endomychidae		
	Scarabaeidae	<i>Aphodius</i>	<i>granarius</i>
		<i>Canthon</i>	
	Curculionidae	<i>Brachyrhinus</i>	
	Nitidulidae	<i>Phenolia</i>	
	Dermostidae	<i>Anthrenus</i>	<i>verbasci</i>
	Cucujidae	<i>Uleiota*</i>	
		<i>Laemophloeus</i>	
HYMENOPTERA	Formicidae		
	Ichneumonidae*		
	Figitidae		
	Braconoidea		
DIPTERA	Drosophilidae	<i>Drosophila*</i>	
	Phoridae	<i>Megaselia*</i>	<i>scalaris</i>
ORTHOPTERA	Gryllidae		

*Familias criadas en las cámaras trampas de insectos

5.3.3 Descripción de las familias de insectos

5.3.3.1 Orden Coleoptera

Familia Carabidae: Comúnmente llamados “*insectos de tierra*” (ground beetles); se han descrito más de 40,000 especies de esta familia, siendo la más grande del suborden Adephaga. La mayoría de los Carabidos son polífagos, con predominancia en insectos; sin embargo, también consumen materia orgánica. Las poblaciones de éstos escarabajos son sensibles a los cambios en la calidad del hábitat ocasionados por las acciones antropogénicas y son considerados como bioindicadores de contaminación ambiental (Kromp, 1999; Rochefort, *et al.*, 2006). También son afectados por el cambio en la estructura vegetal (Looney y Zack, 2008). Algunas especies de *Calosoma* son utilizadas como agentes biocontroladoras en el manejo de larvas defoliadoras de Lepidópteras en E.U.A. en los cultivos (Young, 2008).

Familia Cucujidae: Comúnmente llamados *flat bark beetles*, es una familia con una distribución cosmopolita, que habita debajo de las cortezas de árboles muertos y vivos, también es una de las familias más pequeñas. Los adultos generalmente se alimentan de hongos o de materia orgánica; sin embargo, también se alimentan de animales como ácaros e insectos pequeños que se encuentran debajo de las cortezas. Tienen un cuerpo alargado y dorsalmente plano, con una longitud que va de los 6 a 25mm; la mayoría son de color café pero también los hay de otras tonalidades, tienen cabeza de forma triangular, antenas filiformes de 11 segmentos, mandíbulas grandes y pubescencia de escasa a moderada (Guéorguiev *et al.*, 2008; www.insects.oeb.harvard.edu).

Familia Curculionidae: Subfamilias como Scolytinae y Molytinae están relacionadas con los Hongos Ophiostomatoides., ambos juegan un rol importante en el declive progresivo de las comunidades de *Pinus palustris* (Zanzot *et al.*, 2010). Otra especie de ésta misma familia (*Scolytogenes birosimensis*) está involucrada en la muerte del Arbusto *Pittosporum tobira* en Japón (Masuya *et al.*, 2012).

Familia Dermestidae: Los individuos de esta familia se caracterizan por ser de tamaño pequeño o mediano (1-12mm), cuerpo ovalado, alargado y más o menos convexo, cubiertos por pubescencia, la cabeza es más estrecha que el pronoto, antenas insertadas cerca del borde anterior de los ojos compuestos, las cuales tienen una maza de tamaño variable y abdomen completamente cubierto por los élitros. (Bahillo de la Puebla y López-Colón, 2006). Los individuos de ésta familia pueden ser hallados sobre flores y caparzones secos de animales, en nidos de mamíferos, aves e himenópteros sociales. La mayoría se alimenta de materiales de origen animal como huesos, piel, plumas, pelo, lana y seda (Díaz *et al.*, 2008).

Familia Endomychidae: Esta familia es heterogénea y moderadamente diversa, perteneciente a la superfamilia Cucujoidea. Los individuos son generalmente pequeños de 1-14mm de largo, cuerpo oval, alargado y estrecho, fuertemente convexo a ligeramente plano, con la superficie dorsal brillante, de tonalidades que van del color rojo a café y usualmente con marcas

en el pronoto o en los élitros. Son típicamente micófagos; consumen una gran variedad de hongos como Agaricales, Polyporales, etc., alimentándose de las esporas o de las hifas, incluso algunas especies tienen relación obligada con Basidiomycetos lignícolas. Habitan frecuentemente en la madera en descomposición y en las cortezas infestadas por hongos, pero algunas especies pueden ser colectadas directamente en los cuerpos fructíferos de macromicetos o en la hojarasca del bosque (Arriaga-Varela *et al.*, 2007; Tomaszewska, 2000).

Familia Nitidulidae: Son de tamaño, forma y hábitat diversos, pero la mayoría son pequeños de 12mm de largo aproximadamente, con forma alargada u oval, la antena tiene regularmente un club de tres segmentos y algunos tienen la terminación antenal anulada, la cual da la apariencia de tener cuatro segmentos. Son encontrados en donde los fluidos de las plantas están en fermentación y en algunos tipos de hongos. Algunos viven cerca de los caparazones secos de animales muertos, en flores o en la corteza de tocones y ramas muertas (Triplehorn y Johnson, 2005).

Familia Scarabaeidae: Mejor conocidos como “escarabajos estercoleros”, participan en el reciclaje de nutrientes en el suelo, incorporando la materia orgánica en descomposición o de desecho que es producida por animales vertebrados. Intervienen como agentes de biocontrol de nematodos gastrointestinales y de larvas de dípteros perjudiciales para el ganado (Basto *et al.*, 2012). Sus hábitos alimenticios comprenden una amplia gama de especialidades en la fitofagia y saprofagia, incluso se ha reportado que son depredadores de insectos sociales (Deloya *et al.*, 2007).

Familia Staphylinidae: Algunas especies de esta familia forman algún tipo de asociación con los hongos, ya que éstos son el alimento del estado adulto y/o en el larval de dichas especies, otras buscan presas como larvas de moscas y demás organismos presentes en los hongos; pero la asociación que más destaca es que los adultos de algunas especies son hospedantes de Laboulbeniales (Ascomycetes) y algunos otros hongos (www.entnemdept.ufl.edu). Las larvas de la especie *Agaricochara latissima* se

alimentan de las esporas de los hongos de repisa que se encuentran en los árboles o arbustos muertos que aún se encuentran en pie (Keith, *et al.*, 2007). Presenta los élitros reducidos, los cuales muestran uno o más segmentos del abdomen, el primer esternito no está dividido por el coxa trasera, los terguitos abdominales están muy expuestos, tienen gran flexibilidad en el abdomen debido a que presentan siete u ocho segmentos visibles (Choate, 1999).

5.3.3.2 Orden Hymenoptera

Familia Braconidae: Los bracónidos son avispas parasitoides importantes ya que atacan una gran variedad de insectos, incluyendo entre sus huéspedes diferentes plagas de relevancia económica. Están distribuidos en todas las regiones del mundo, se les encuentra tanto en regiones templadas como tropicales, pero prefieren zonas boscosas y estepas (Sánchez *et al.*, 1998).

Familia Figitidae: Presenta cinco subfamilias en Norte América: Anacharitinae, Aspiceratinae, Charipinae, Eucoilinae, Figitinae, las cuales son parásitas de larvas de Dípteros, Neurópteros e Himenópteros; también son hiperparásitos de Hemípteros (www.bugguide.net; www.waspweb.org).

Familia Formicidae: Ésta familia constituye una de las más diversas dentro de la Clase Insecta y son de distribución cosmopolita. Son organismos ideales para realizar estudios de biodiversidad, debido a su alta sensibilidad a los cambios ambientales; presentan una alta diversidad taxonómica (Rodríguez *et al.*, 2010). Son insectos sociales, donde la reina debe ser remplazada por las obreras, quienes crían a las larvas y las alimentan con animales o materia orgánica (www.waspweb.org).

Familia Ichneumonidae: Ésta familia se caracteriza por ser parásita de otros insectos; las larvas viven fuera o incluso dentro de otros insectos o arañas. La avispa adulta busca una presa adecuada, la paraliza con su aguijón, luego la arrastra hasta un agujero para posteriormente ovopositar sobre ella. Pertenece al sub-orden Apocrita, el cual se caracteriza por tener una cintura bien definida entre los segmentos abdominales 1 y 2. Regularmente son de tamaño más grande a 8mm, presenta dos venas recurrentes, los terguitos mesosomáticos 2

y 3 están separados y sobrepuestos, presenta antenas filiformes con más de 15 segmentos, la vena costal del ala frontal se presenta en porción basal de las alas anteriores. (www.eol.org).

5.3.3.3 Órden Diptera

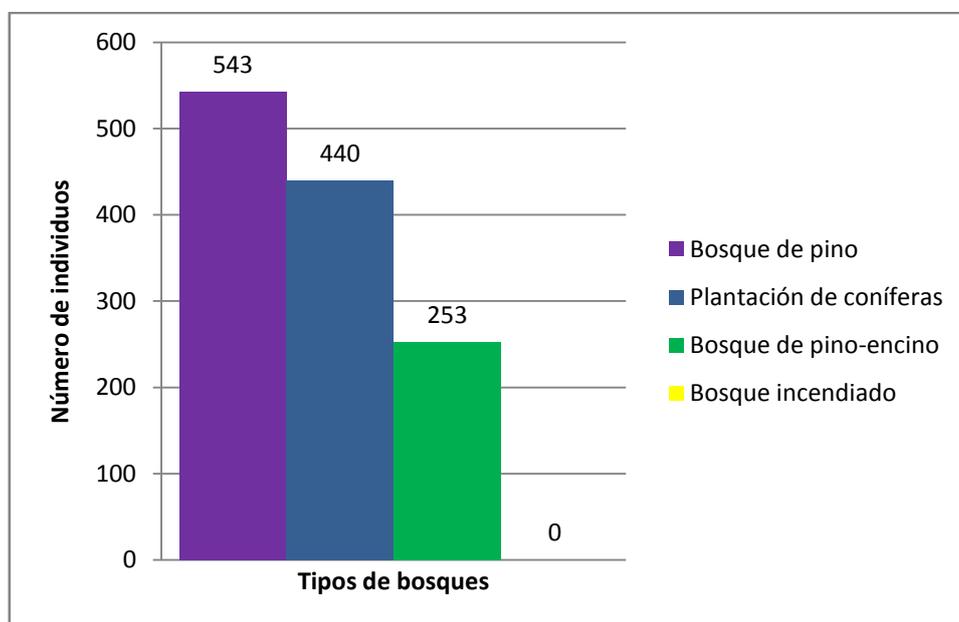
Familia Drosophilidae: Esta familia es bien conocida por ser “moscas de la fruta”. Particularmente los individuos presentan un cepillo esternopleural, apariencia no metálica, la celda anal está cerrada apicalmente y bien desarrollada; la coxa no es espinosa. Las especies pertenecientes a esta familia se encuentran ampliamente distribuidas, por lo cual también, se les denomina moscas comunes (Triplehorn y Johnson, 2005). La especie *Leucophenga maculata*, se desarrolla en los cuerpos fructíferos de hongos (e.g. *Trametes*, *Meripilus*, *Hypoxylon*, *Ganoderma*, *Sarcodon*, *Polyporus* y *Pleurotus*) presentes en la madera muerta (Keith, *et al.*, 2007).

Familia Phoridae: Las hembras adultas depositan sus huevos en materia orgánica en descomposición de la que se alimentan las larvas, las cuales pueden presentarse como larvas depredadores facultativos o parasitoides de insectos de diferentes órdenes como Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Orthoptera e Hymenoptera. Los adultos se caracterizan por su pequeño tamaño que va de 2.6-3mm de largo, no presentan dimorfismo sexual, poseen un gran tórax no alineado con el abdomen y con aspecto globoso, tienen un par de alas translúcidas con venas radiales cortas, engrosadas y concentradas en su base anterior y con cuatro venas débiles corriendo paralelas en la membrana, el fémur de la tercera pata está muy desarrollado (García *et al.*, 2010).

5.3.4 Familias de insectos por tipo de vegetación

De los cuatro tipos de vegetación, el que mostró la mayor abundancia de insectos de todos los órdenes asociados a los esporóforos fue el bosque de pino con 543 individuos (Figura 17), éstos representados mayormente por la familia Staphylinidae con 514 individuos; seguida por el género *Drosophila* con 14 individuos; luego Formicidae con un género (*Monomorium*) con 6 individuos y la familia Scarabaeidae distribuida en dos especies *Canthon* sp. y *Aphodius*

granarius con 3 y 1 individuo respectivamente; finalmente las familias que tuvieron menor abundancia con solo un individuo fueron: Curculionidae, Nitidulidae, Dermestidae, Carabidae y Phoridae. Éste tipo de vegetación es seguido por la plantación de coníferas con 440 individuos, distribuidos en 5 familias, Staphylinidae (386) con la presencia de la especie *Oxyporus mexicanus* con 7 individuos; Formicidae con 22 individuos del género *Monomorium*; Drosophilidae con 15 individuos del género *Drosophila*; Phoridae con 16 individuos de la especie *Megaselia scalaris* y Gryllidae con un individuo. Luego se encuentra el bosque de pino-encino con 253 individuos distribuidos en 11 familias; nuevamente se encuentra la familia Staphylinidae con mayor abundancia con 222 individuos, ésta seguida por Cucujidae distribuida en 2 géneros: *Uleiota* y *Laemophloeus* con 10 y 1 individuos, respectivamente; Drosophilidae (*Drosophila* sp.) con 9 y Nitidulidae (*Phenolia* sp.) con 5, luego Ichneumonidae con 2; y finalmente Scarabaeidae (*Canthon* sp.), Endomychidae, Figitidae y Braconoidae todos con un individuo solamente (Tabla 3). Finalmente, el bosque incendiado en el cual no hubo presencia de insectos.



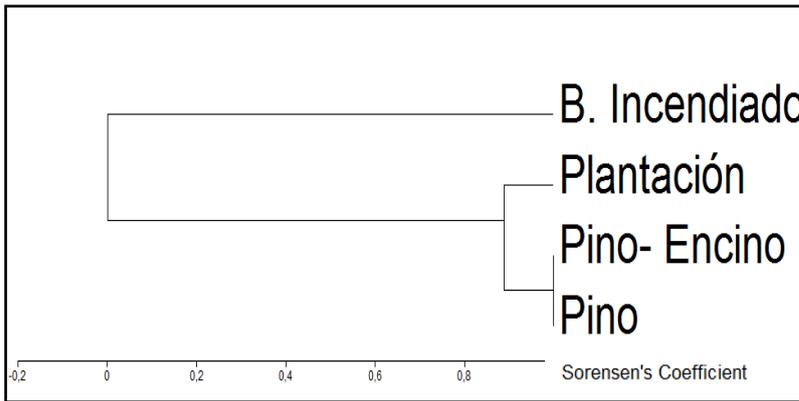
Gráfica 17. Abundancia de insectos de todos los órdenes en los diferentes tipos de vegetación.

Tabla 3. Distribución y abundancia de las familias de insectos en los diferentes tipos de vegetación.

ÓRDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	BP	BPE	BPC	BI
COLEOPTERA	Staphylidae			514	222	379	0
		<i>Oxyporus</i>	<i>mexicanus</i>	0	0	7	0
	Carabidae	<i>Calosoma</i>		1	0	0	0
	Endomychidae			0	1	0	0
	Scarabaeidae	<i>Aphodius</i>	<i>granarius</i>	1	0	0	0
		<i>Canthon</i>		3	1	0	0
	Curculionidae	<i>Brachyrhinus</i>		1	0	0	0
	Nitidulidae	<i>Phenolia</i>		1	5	0	0
	Dermestidae	<i>Anthrenus</i>	<i>verbasci</i>	1	0	0	0
	Cucujidae	<i>Uleiota</i> *		0	10	0	0
	<i>Laemophloeus</i>		0	1	0	0	
	Larva			2	1	0	0
HYMENOPTERA	Formicidae	<i>Monomorium</i>		6	0	22	0
	Ichneumonidae*			0	2	0	0
	Figitidae			0	1	0	0
	Braconioidea			0	1	0	0
DIPTERA	Drosophilidae*	<i>Drosophila</i>		14	9	15	0
	Phoridae*	<i>Megaselia</i>	<i>scalaris</i>	1	0	16	0
ORTHOPTERA	Gryllidae			0	0	1	0
LEPIDOPTERA	Larva			8	2	1	0

5.3.5 Similitud de órdenes de insectos entre los diferentes tipos de vegetación

La mayor similitud en cuanto a órdenes de insectos se presentó entre el bosque de pino-encino y el bosque de pino con una similitud del 100%, compartiendo a los órdenes Coleoptera, Diptera, Hymenoptera y Lepidoptera. El bosque de pino se asemeja a los anteriores en un 89%, compartiendo con ellos los mismos cuatro órdenes (i.e. Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera) pero además presentó al orden Orthoptera. El bosque incendiado no tiene similitud alguna con los otros tres tipos de vegetación, puesto que no tuvo presencia de insectos (Gráfica 18).



	BP	BPE	BPC	BI
Coleoptera	■	■	■	
Diptera	■	■	■	
Hymenoptera	■	■	■	
Lepidoptera	■	■	■	
Orthoptera			■	

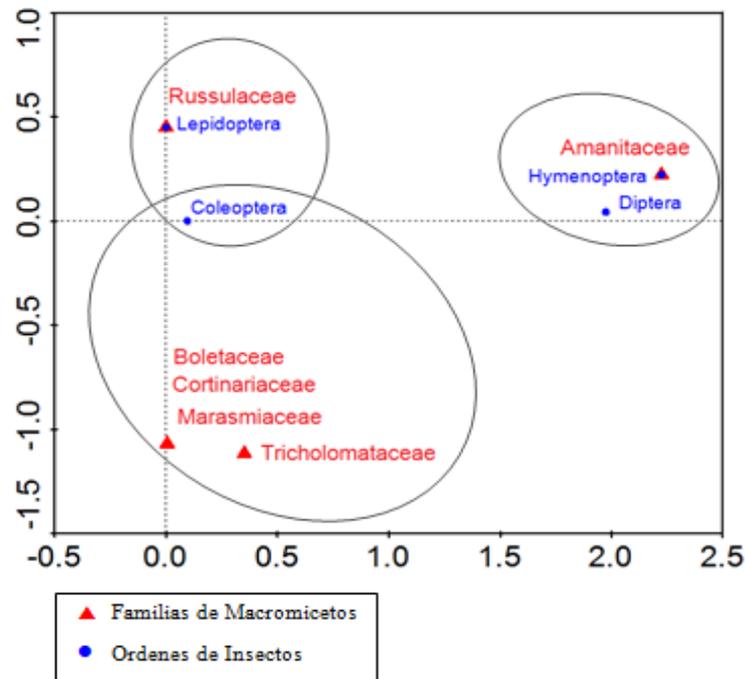
Gráfica 18. Dendrograma de similitud entre los diferentes tipos de vegetación en relación a los órdenes de Insectos. BP, Bosque de pino; BPE, Bosque de pino-encino; BPC, Plantación de coníferas; BI, Bosque incendiado.

5.3.6 Asociación entre macromicetos e insectos

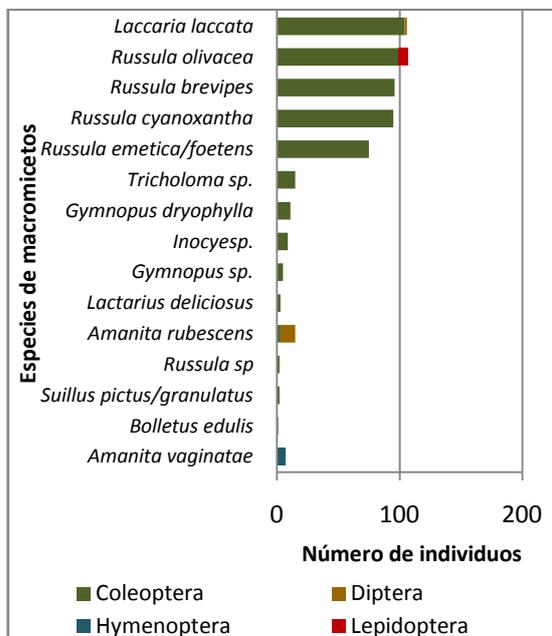
5.3.6.1 Asociación entre macromicetos y órdenes de insectos

Bosque de pino. Los insectos tuvieron una relación significativa con los macromicetos ($p < 0.01$). Así, el orden Coleoptera se asoció a las familias Russulaceae, Boletaceae, Cortinariaceae, Marasmiaceae y Tricholomataceae (Gráfica 19) La mayor incidencia de insectos se presentó en la familia Russulaceae, quien presentó más de la mitad de los coleópteros encontrados en este tipo de vegetación, con 370 individuos. Ésta es seguida por la familia Tricholomataceae con 121 individuos del orden Coleoptera, luego vienen las familias Marasmiaceae y Cortinariaceae con 16 y 9 individuos respectivamente, y finalmente las familias Amanitaceae y Boletaceae, ambas con 3 individuos (Gráfica 20). A pesar de que la familia Russulaceae fue la que presentó la mayor abundancia de individuos del orden Coleoptera, la especie con mayor número de individuos fue *Laccaria laccata* con 104 especies de Coleoptera (Gráfica 21 Los individuos del orden Diptera se asociaron a las familias Amanitaceae y Tricholomataceae con 13 y 2 individuos, respectivamente, con una asociación más estrecha con *Amantia rubescens*. Finalmente, los órdenes Hymenoptera y Lepidoptera solo se asociaron a una especie; *A. vaginatae* (Amanitaceae) y *R. olivacea* (Russulaceae), con 6 y 8 individuos, respectivamente. Así mismo, la mayor riqueza ($p < 0.01$) de órdenes de insectos se presentó en *Tricholoma* sp., *Suillus* spp. y *R. brevipes*; la primer especie asociada a los órdenes Hymenoptera y Diptera; la segunda a Coleoptera y Diptera; mientras que la última a Coleoptera y Lepidoptera

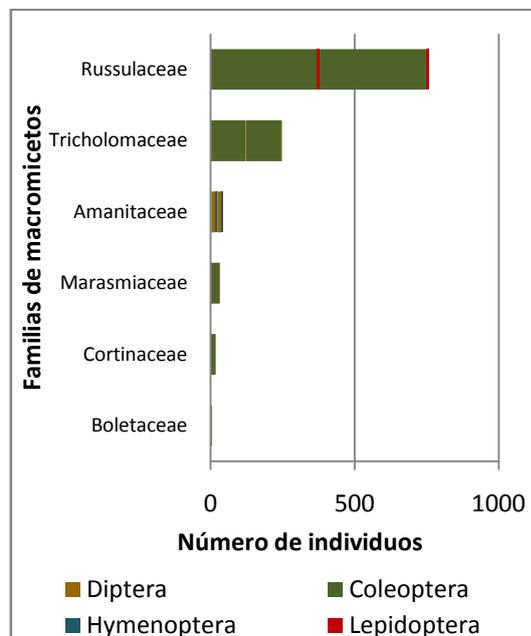
(Gráfica 22). El orden más frecuente ($p < 0.01$) (Apéndice I, Tabla 10). en las especies de hongos fue Coleoptera, ya que se presentó en todas las especies colectadas, seguido por Diptera, que se encontró en dos especies, luego Hymenoptera y Lepidoptera que se presentaron en una sola especie (Gráfica 23)



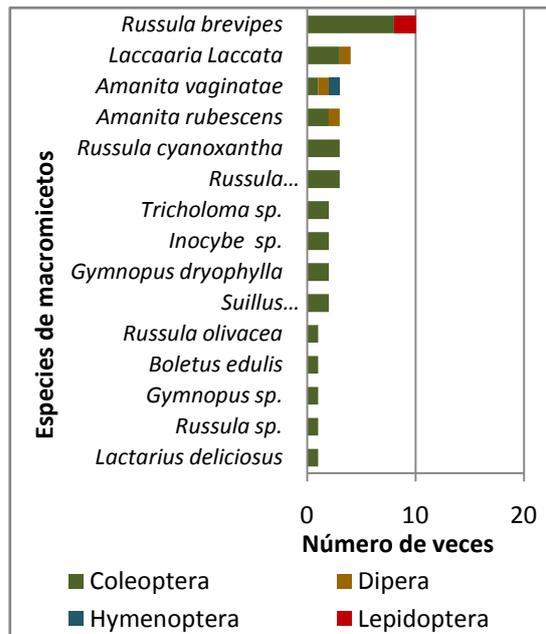
Gráfica 19. Asociación entre los órdenes de insectos y las familias de macromicetos.



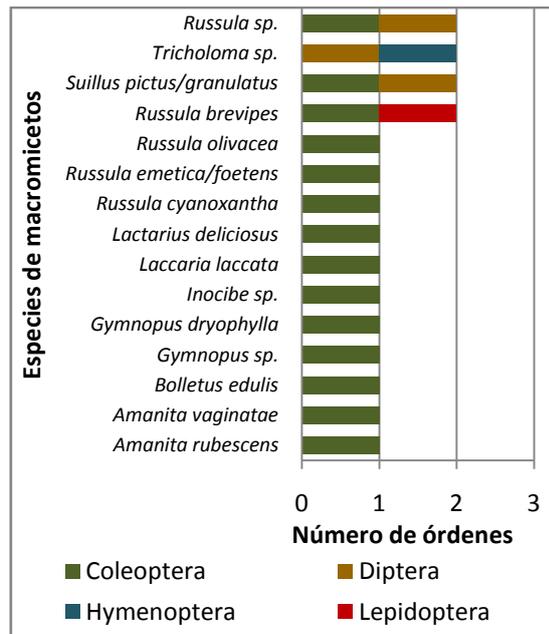
Gráfica 20. Abundancia de individuos de los órdenes de insectos asociados a las especies de macromicetos.



Gráfica 21. Abundancia de los órdenes de insectos asociados a las familias de macromicetos.



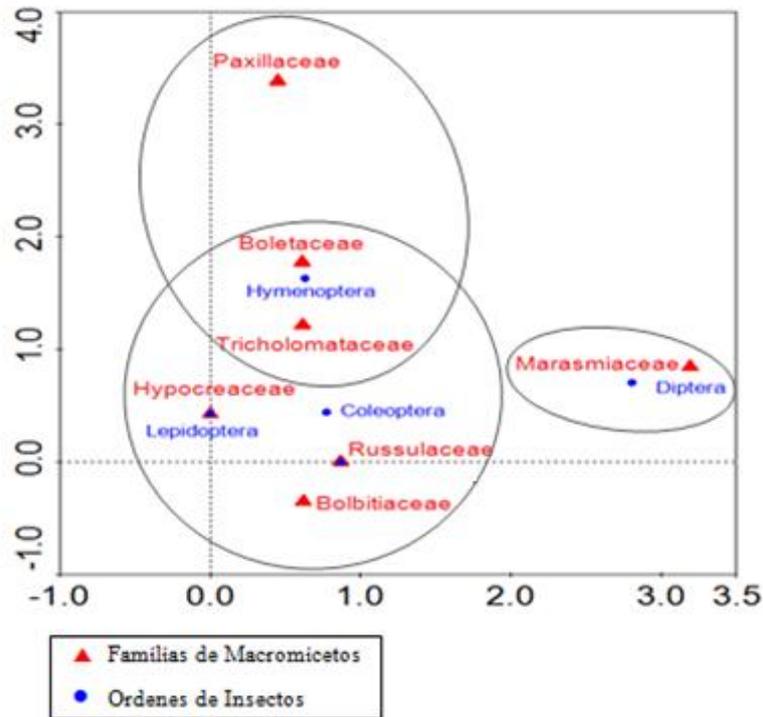
Gráfica 22. Frecuencia de los órdenes de insectos en las especies de macromicetos



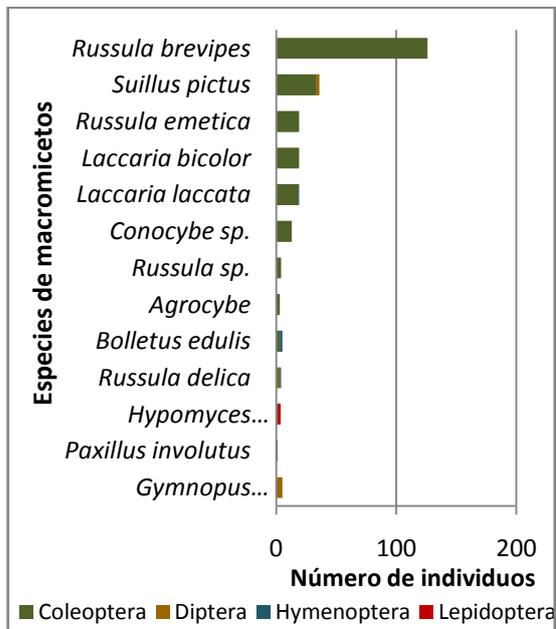
Gráfica 23. Riqueza de los órdenes de insectos en las especies de macromicetos.

Bosque de pino-encino. En este tipo de vegetación también hubo una asociación significativa ($p < 0.01$) (Apéndice I, Tabla 10) entre los insectos y los macromicetos. Los Coleópteros se asociaron a las familias Russulaceae, Boletaceae, Tricholomataceae e Hypocreaceae (Gráfica 24); nuevamente la familia Russulaceae tuvo la mayor abundancia con 151 individuos, seguidas de las familias Tricholomataceae y Boletaceae, con 37 y 36 individuos respectivamente, luego la familia Hypocraceae, la cual solo presentó un solo individuo (Gráfica 25). El orden Hymenoptera se asoció a la familia Boletaceae con 2 individuos y a las familias Tricholomataceae y Paxilliaceae, ambas con 1 individuo respectivamente. Los órdenes Diptera, y Lepidoptera fueron más específicos relacionándose solo con una familia; Marasmiaceae e Hypocraceae, respectivamente. La especie con mayor abundancia de Coleópteros fue *R. brevipes* con 126 individuos (Gráfica 26); *Gymnopus dryophilus* fue la que obtuvo mayor abundancia de Dípteros con 5 individuos; *Boletus edulis* tuvo mayor presencia de Himenópteros con 2, e *Hypomyces lactifluorum* fue la única especie que presentó Lepidópteros con 2 individuos. La especie con más riqueza ($p < 0.01$) de órdenes de insectos fue *R. delica*, presentando 3 de los 5 órdenes presentes en este tipo de vegetación (Gráfica

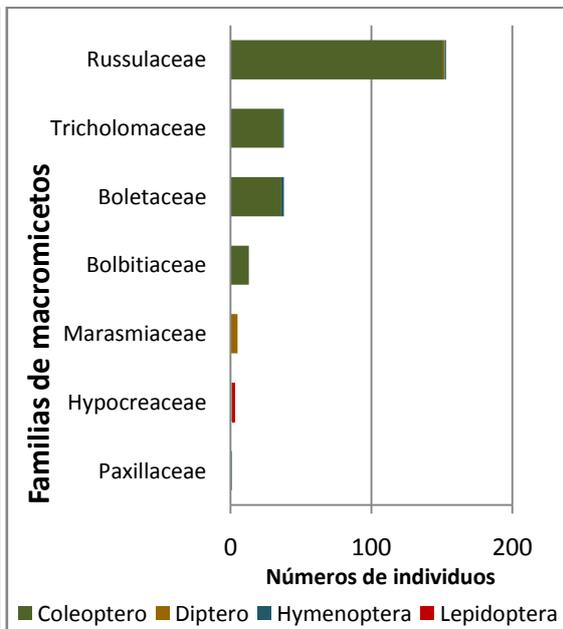
27). Nuevamente el orden Coleoptera fue el más frecuente ($p < 0.01$), encontrándose en 11 de las 13 especies presentes (Gráfica 28).



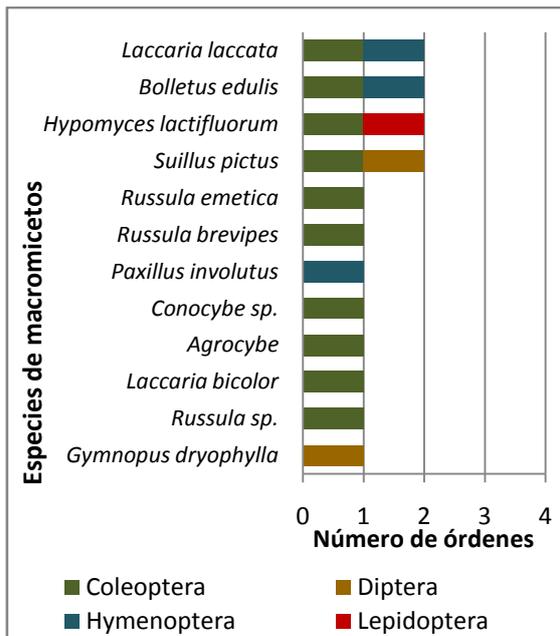
Gráfica 24. Asociación entre los órdenes de insectos y las familias de macromicetos



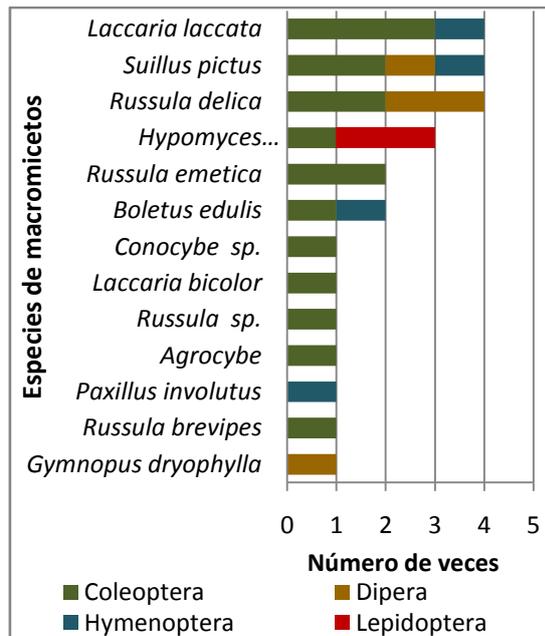
Gráfica 25. Abundancia de órdenes de insectos en las especies de macromicetos.



Gráfica 26. Abundancia de los órdenes de insectos en las especies de macromicetos.



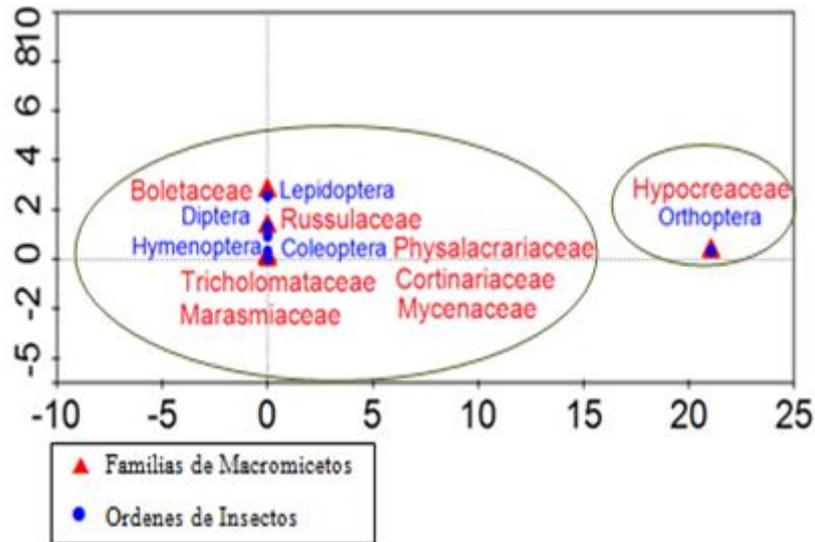
Gráfica 27. Riqueza de los órdenes de insectos en las especies de macromicetos.



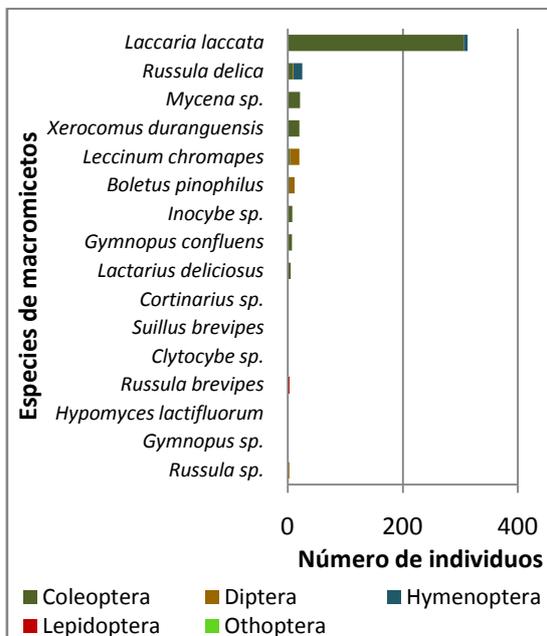
Gráfica 28. Frecuencia de los órdenes de insectos en las especies de macromicetos.

Bosque de plantación de coníferas. Los insectos en este tipo de vegetación se asociaron significativamente ($p < 0.01$) (Apéndice I, Tabla 10) a las familias Boletaceae, Hypocreaceae, Russulaceae, Mycenaceae, Marasmiaceae, Tricholomataceae, Cortinariaceae y Physalacraiaceae (Gráfica 29). Todas las familias, excepto Hypocreaceae, están asociadas a Coleoptera. La más abundante fue Tricholomataceae con 306 individuos, seguida por Boletaceae con 28, seguida de Mycenaceae con 21, Russulaceae con 16 individuos, Cortinariaceae con 9 y finalmente, Marasmiaceae y Physalacraiaceae con 7 y 1 individuos, respectivamente. Los órdenes Diptera e Hymenoptera se asociaron con Boletaceae (25 individuos) y Tricholomataceae (7 individuos) respectivamente, compartiendo a Russulaceae con 4 y 15 individuos. Mientras los órdenes Lepidoptera y Orthoptera fueron específicos, presentándose con un solo individuo cada una en las familias Russulaceae, Marasmiaceae e Hypocreaceae. (Gráfica 30). La especie con mayor abundancia de Coleopteros fue *L. laccata*, obteniendo todos los individuos (306) asociados a la familia a la que pertenece. En cuanto al orden Diptera, *Leccinum chromapes* fue el más abundante con 16 individuos, mientras que *R. delica* lo fue para el orden Hymenoptera con 15. Posteriormente *R. brevipes* e *Hypomyces lactifluorum* presentaron un solo individuo de los órdenes Lepidoptera y Orthoptera,

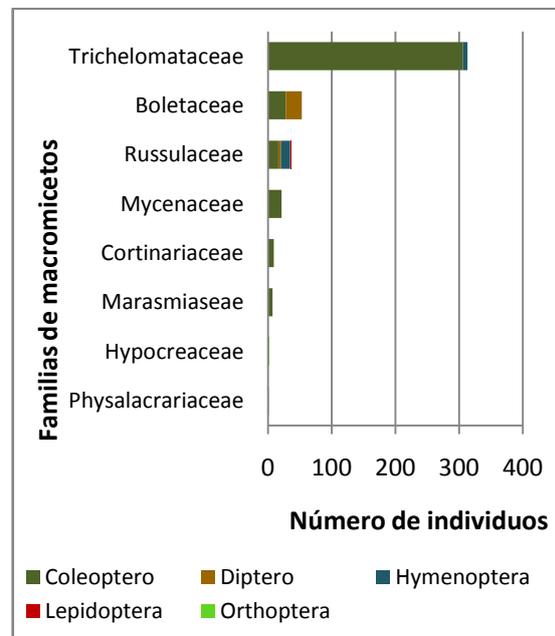
respectivamente (Gráfica 31). Así mismo, la especie con mayor riqueza ($p < 0.01$) de órdenes de insectos fue *R. delica*, presentando 3 (Coleoptera, Diptera e Hymenoptera) de los 6 órdenes (Gráfica 32). El orden Coleoptera fue nuevamente, el más frecuente ($p < 0.01$), presentándose en 12 de las 16 especies de macromicetos (Gráfica 33).



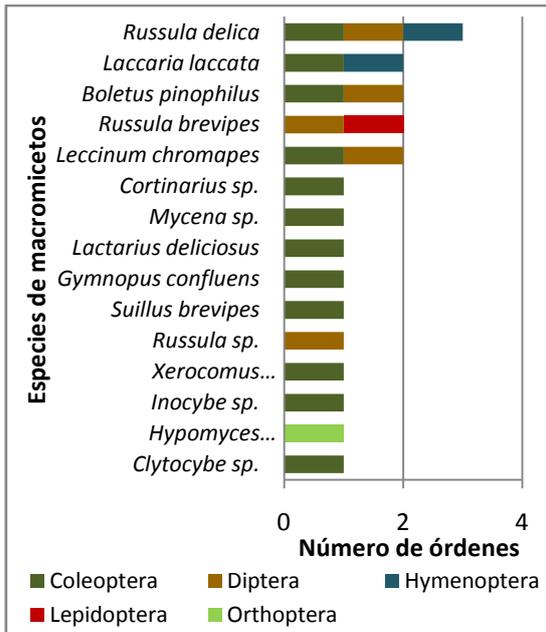
Gráfica 29. Asociación entre los órdenes de insectos con las familias de macromicetes.



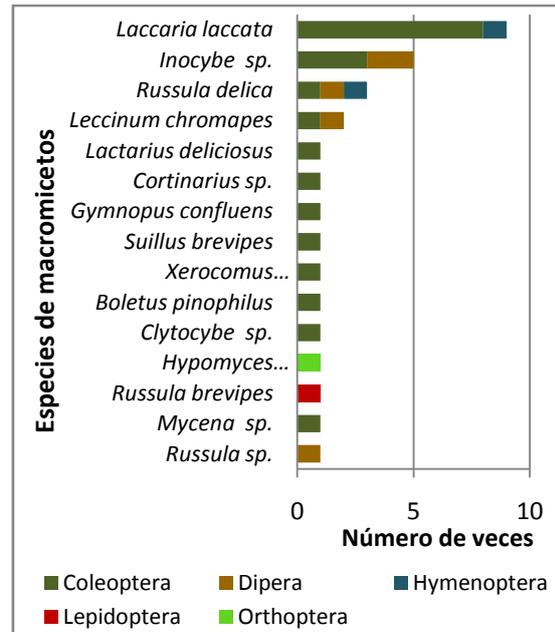
Gráfica 30. Abundancia de los órdenes de insectos en las especies de macromicetos.



Gráfica 31. Abundancia de los órdenes de insectos en las familias de macromicetos.



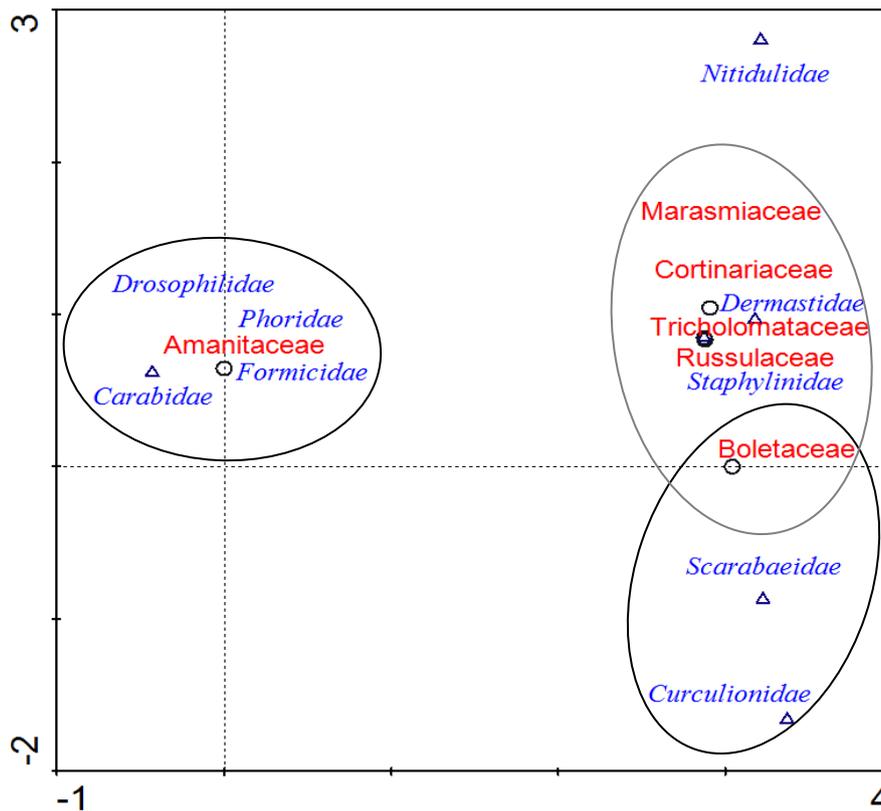
Gráfica 32. Riqueza de los órdenes de insectos en las especies de macromicetos.



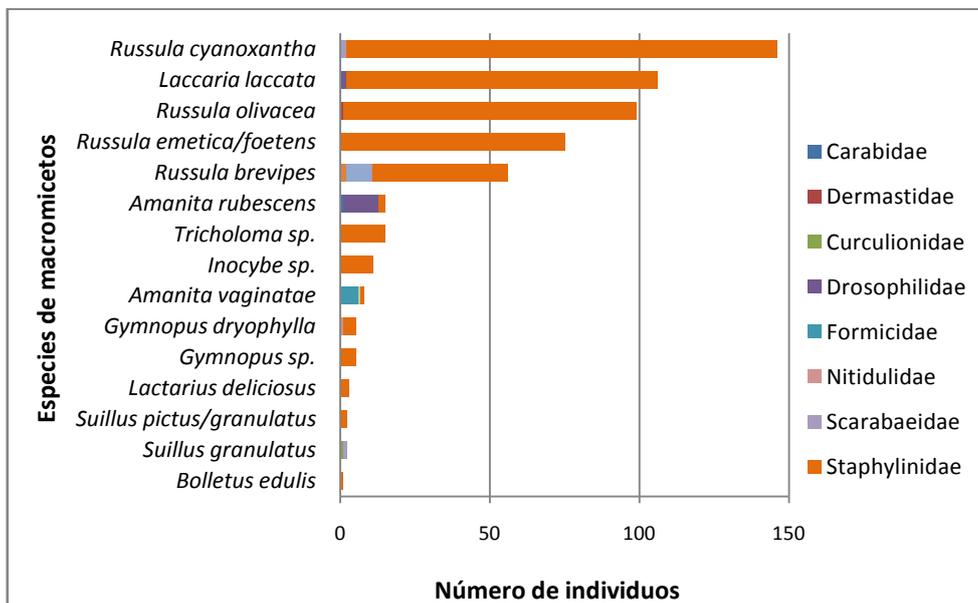
Gráfica 33. Frecuencia de los órdenes de insectos en las especies de macromicetos

5.3.6.2 Asociación entre macromicetos y familias de insectos

Bosque de pino. La familia Amanitaceae se asoció con las familias de insectos Phoridae, Formicidae, Drosophilidae y Carabidae (Gráfica 34); las dos primeras asociadas a *A. vaginata* y las otras a *A. rubescens*, mientras que *Suillus granulatus* se relacionó con las familias Curculionidae y Scarabaeidae, ambas solo con un individuo; así mismo, la familia Nitidulidae se asoció con *Gymnopus dryophilus*. Por otro lado, Russulaceae se asoció con las familias Dermestidae y Scarabaeidae. La familia Staphylinidae fue la más abundante y la más frecuente, presentándose en todas las familias y en todas las especies de macromicetos excepto en *S. granulatus*, ésta tuvo mayor abundancia en las especies *R. cyanoxantha* y *L. laccata* con 144 y 104 individuos respectivamente (Gráfica 35), mientras que en las familias Cortinariaceae y Marasmiaceae se encontraron 11 y 9 individuos respectivamente; en las familias Boletaceae y Amanitaceae solo se presentaron 3 individuos ($p < 0.05$) (Apéndice I, Tabla 11 y 12).



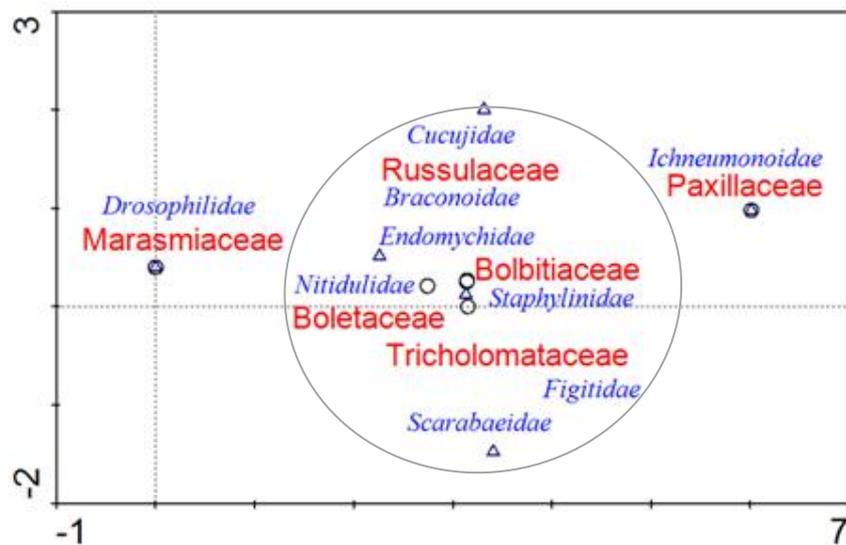
Gráfica 34. Asociación de familias de macromicetos y familias de insectos.



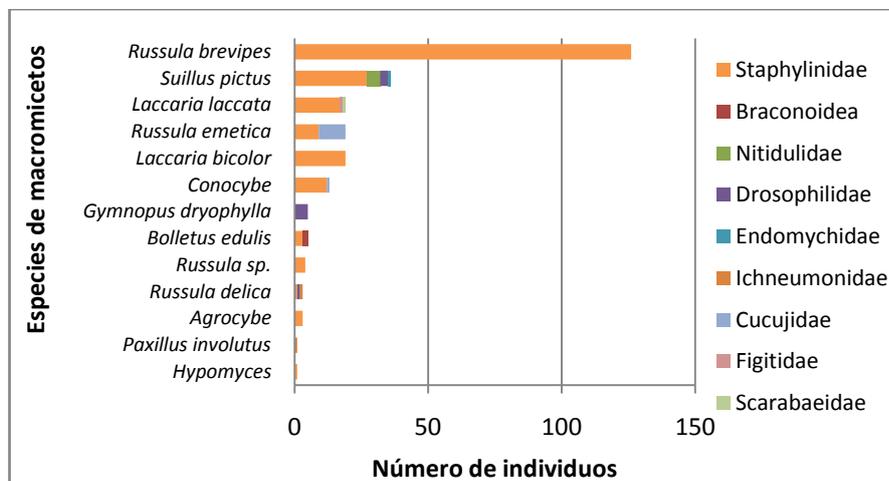
Gráfica 35. Abundancia de Familias de Insectos en las especies de macromicetos.

Bosque de pino-encino. Nuevamente la familia Staphylinidae fue la más frecuente y abundante con 222 individuos, los cuales estuvieron distribuidos en 11 de las 13 especies de macromicetos, siendo *R. brevipes* la que presentó mayor número con 126 individuos, mientras que no se presentó en *G. dryophylla* y *Paxillus involutus*. Esta última, junto con *R. delica* fueron las que

presentaron un individuo de la familia Ichneumonidae. La familia Staphylinidae también estuvo asociada a los macromicetos pertenecientes a las familias Tricholomataceae (36), Boletaceae (30) y Bolbitiaceae (12) (Gráfica 36), mientras que las familias Cucujidae se presentó en la familia Russulaceae con 10 individuos. En segundo término de frecuencia está la familia Drosophilidae, la cual se asoció con las especies *G. dryophylla*, *S. pictus* y *R. delica* con 5, 3 y 1 individuo respectivamente. Por último tenemos a las familias Figitidae y Scarabaeidae asociadas a la especie *L. laccata*; las familias Nitidulidae y Endomychidae con *S. pictus*; Braconoidea con *B. edulis*, Cucujidae con *Conocybe* sp. y dos larvas de Lepidoptera con *Hypomyces lactifluorum* (Gráfica 37). Las asociaciones de macromicetos e insectos fueron significativas ($p < 0.05$) (Apéndice I, Tabla 11 y 12) en este tipo de vegetación.

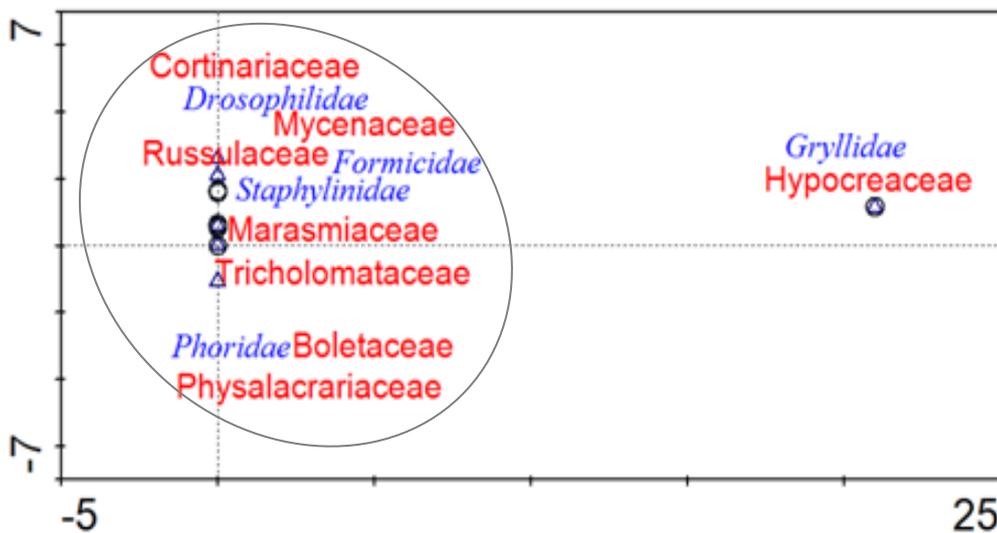


Gráfica 36. Asociación entre las familias de macromicetos y las familias de Insectos.

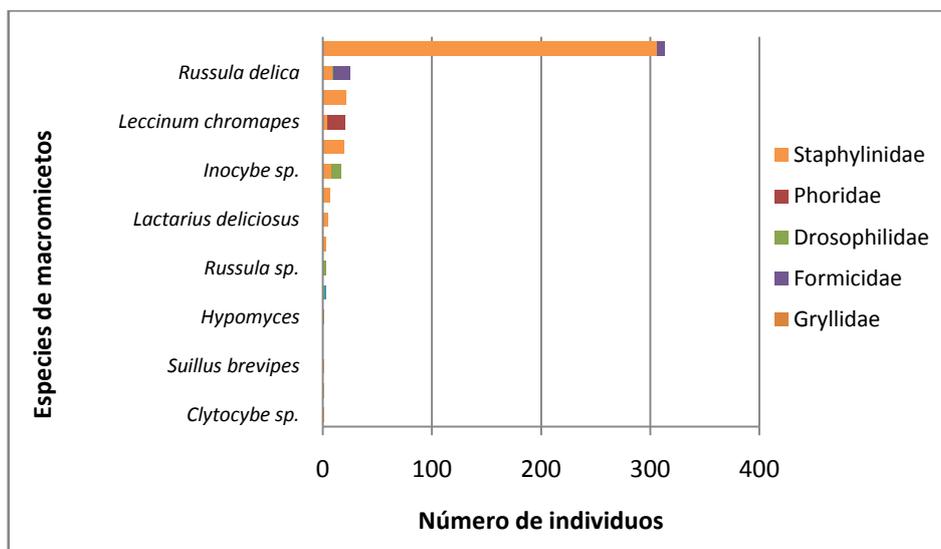


Gráfica 37. Asociación entre las especies de macromicetos y las familias de Insectos.

Bosque de plantación de coníferas. Todas las familias de macromicetos se asociaron a la familia Staphylinidae excepto Hypocreaceae (Gráfica 38), la cual solo se asoció con la familia Gryllidae con un individuo ($p < 0.05$) (Apéndice I, Tabla 11 y 12). Este tipo de bosque fue el único en el que la familia Staphylinidae tuvo su mayor abundancia en la familia Tricholomataceae, específicamente en la especie *L. laccata* con 306 individuos (Gráfica 39). Ésta especie compartió a la familia Formicidae con la especie *R. delica*. Por otro lado, la familia Phoridae se asoció con *Leccinum chromapes*, mientras que la otra familia del orden Diptera (Drosophilidae) se presentó en las familias Russulaceae y Cortinariaceae con 14 y 8 individuos, respectivamente; la primera de ellas, también asociada con una larva de Lepidoptera.



Gráfica 38. Asociación entre familias de macromicetos y las familias de Insectos.



Gráfica 39. Asociación entre las especies de macromicetos y las familias de insectos.

6.- DISCUSIÓN

La presencia de especies micorrícicas en las zonas donde la cobertura vegetal fue modificada por incendios de gran intensidad es menor que en bosques sin disturbio, así, las especies de hongos que formaban micorrizas son substituidas por especies saprobias, iniciando la sucesión micológica (Dahlberg, 2002). Las especies micorrícicas en el bosque incendiado se presentaron en menor cantidad (2) que las especies saprobias (20), resultados similares fueron presentados por Vázquez y colaboradores (2011) al comparar un bosque incendiado con otro sin disturbio, los autores encontraron que las especies micorrícicas fueron significativamente afectadas por el fuego, ya que el número de éstas decreció de 40 en el bosque no incendiado a 27 en el bosque con disturbio; las especies saprobias mostraron una tendencia similar obteniendo 45 y 33 especies, respectivamente.

La especie más abundante en el bosque de pino y en la plantación de coníferas fue *A. hygrometricus*, siendo ésta común en plantaciones juveniles de coníferas, por ser de fácil adaptación a ambientes con vegetación arborea abierta y cerrada, así como a diferentes condiciones de luminosidad y humedad (Quiñónez *et al.*, 2008; Quiñónez *et al.*, 2005). En el bosque de pino-encino, *Russula brevipes* fue la más abundante con 55 individuos, es una especie micorrícica y su abundancia en bosques de coníferas llega a representar alrededor del 49%; además, la presencia del género *Russula* es indicadora de bosques maduros (Fernández *et al.*, 2006; Garza *et al.*, 2002).

Por otra parte, los bosques nativos tienen mayor diversidad de especies de hongos que las plantaciones mono-específicas (Buée *et al.*, 2011). Los resultados obtenidos muestran que el bosque de pino-encino fue el que presentó mayor cantidad de especies de macromicetos de los cuatro tipos de vegetación y el bosque de plantación de coníferas tuvo menor número de especies.

Las variables ambientales que más influyeron en la abundancia de hongos fueron pendiente, exposición y temperatura del suelo; ésta última variable también influye en la producción de cuerpos fructíferos de especies como *Suillus granulatus*, *S. luteus*, *Tricholoma terreum*, *Hipoloma edurum*, *Lactarius deliciosus*, *Lepista nuda*, entre otras; sin embargo, no se encontró una correlación significativa con la presencia de la especie *Suillus collinitus* (Martínez de Aragón *et al.*, 2007). La temperatura del suelo también está positivamente correlacionada con la larga época de fructificación, sugiriendo que un rango más estrecho de temperaturas del suelo, favorece la producción de cuerpos fructíferos de *Morchella esculenta* (Mihail *et al.*, 2007).

Algunas cepas de *Aspergillus niger* y *Penicillium chrysogenum* son eficientes en la producción de metabolitos primarios y secundarios como el ácido cítrico, por lo cual son explotados en la biotecnología (Nitsche y Meyer, 2014). Hongos pertenecientes a los géneros *Mycogone* y *Cladosporium*, encontrados en este estudio en asociación con las familias Russulaceae y Boletaceae, son reportados como micoparásitos de *Agaricus brunnescens* por Gray y Morgan-Jones (1981). Estos autores mencionan que distintas especies son responsables de causar necrosis en el micelio de su hospedero, causando eventualmente su muerte. En condición similar se encuentra el género *Trichoderma* que es conocido por afectar plantaciones comerciales de *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* y *Lentinula edodes*; invade rápidamente el sustrato y obstaculiza el crecimiento del micelio, también produce enzimas hidrolíticas que degradan componentes de la pared celular de muchos microorganismos, que luego pueden ser utilizados como fuente de nutrientes (Romero *et al.*, 2009). La interacción biotrófica mejor conocida de *Trichoderma* es su habilidad antagónica, parásita y su capacidad de matar a otros hongos, pero existen algunas especies con un efecto positivo en las plantas, al ayudarlas a defenderse contra otros hongos patógenos, o bien, estimulando su crecimiento y tolerancia en condiciones atípicas del medio ambiente (Schmoll *et al.*, 2014). Piña y colaboradores (2013) mencionan que la presencia de diversas especies de *Fusarium* puede estar relacionada con la competencia de cada especie por los nutrientes disponibles y el efecto antagónico o de sinergia de especies específicas de otros grupos, como lo son, los hongos micorrízicos

arbusculares y las bacterias reductoras de manganeso. Los géneros *Fusarium*, *Penicillium* y *Trichoderma* pueden ser usadas exitosamente como biocontroladores de diversas enfermedades fúngicas debido a su acción en antibiosis (Heredia, 2008). Algunos ácaros prefieren una dieta conformada por esporas y micelio de hongos (Kendrick, 2002), siendo un problema en los cultivos de micromicetos. La presencia de ácaros dañó 15 de los 249 cultivos de micromicetos, lo cual se podría prevenir si a la preparación del medio de cultivo se le agrega acaricida que los elimine.

En relación a los insectos colectados en este trabajo, se encontró que los coleópteros fueron el orden más abundante, destacando la familia Staphylinidae, la cual está mayormente asociada a la familia Russulaceae. Lawrence (1989) considera a los estafilínidos como el segundo grupo de coleópteros más importante de fungívoros. La alta selectividad de éstos insectos por dicha familia, puede deberse a la diferencia química que presenta en relación con otras familias (Amat-García, *et al.*, 2004). Otra familia que se distingue por ser consumidora de macromicetos y que habita en la superficie de esporóforos es Endomychidae. Los individuos del orden Diptera se asociaron a las familias Amanitaceae, Tricholomataceae y Boletaceae, con una asociación más estrecha con *Amantia rubescens* y *Leccinum chromapes*; estos resultados son similares a lo reportado por Yamashita y Hijii (2007), en su trabajo encontraron individuos de la familia Drosophilidae asociadas a especies del género *Amanita*; Hanski (1989) destaca que especies de éste género tienen el mayor número de asociaciones polífagas de Dípteros, mientras que *Leccinum* tiene el menor número de asociaciones de este tipo. Otro género que presentó altas proporciones de especies polífagas fue *Cortinarius*, éste y el género *Amanita* son conocidos por presentar sustancias tóxicas para los mamíferos, mientras que la familia Boletaceae contiene especies, las cuales en su mayoría, son comestibles pero tienen las proporciones más bajas de especies de polífagos.

7.- CONCLUSIONES

La composición de esporomas está influenciada por el tipo de vegetación, disturbios antropogénicos y naturales, como lo podemos observar en el bosque de pino, donde se presentó mayor abundancia de macromicetos y se detectó menor influencia antropogénica, mientras que en el bosque incendiado de pino, hubo una menor riqueza de hongos, lo que puede estar relacionado con la sucesión micológica a la que se presenta el área.

Los géneros de micromicetos micoparásitos encontrados fueron *Trichoderma*, *Penicillium*, *Mycogone*, *Gonatobotryum*; mientras que *Fusarium*, *Oidium*, *Curvularia*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Botrysporium* y *Acremonium*. son considerados parásitos de plantas vasculares o saprobios en materia vegetal muerta (Barnett y Hunter, 1972). Otros géneros como *Cunninghamella* y *Aspergillus* encontrados en el presente trabajo son reconocidos como fuentes importantes de infecciones en humanos; mientras que *Bispora* y *Torula* están asociados a líquenes y a insectos, respectivamente.

Laccaria laccata tuvo la mayor abundancia de insectos del orden Coleoptera, obteniendo en el bosque de pino 104 individuos y 306 en la plantación de coníferas. Los coleópteros fueron los insectos más frecuentes, mientras que el orden Diptera se asoció mayormente a la familia Boletaceae y Amanitaceae con 25 individuos en el bosque de plantación de coníferas y 13 en el bosque de pino; se puede decir que los otros órdenes son de asociaciones generalistas, ya que presentaron una abundancia y frecuencia bajas (Amat-García *et al.*, 2004).

La abundancia y riqueza de macromicetos es inversamente proporcional a la presencia de insectos, por ser dispersores naturales de cuerpos fructíferos. El bosque incendiado tuvo ausencia de insectos y menor riqueza de hongos; en el caso contrario, el bosque de pino tuvo la mayor abundancia de insectos y de macromicetos. Existe un alto grado de asociación entre insectos del orden Coleoptera e individuos del género *Russula*, en éste se encontró la mayor

abundancia de coleópteros con 368 individuos en el bosque de pino y con 151 en el bosque de pino-encino.

8.- BIBLIOGRAFÍA

Acremonium. www.mycology.adelaide.edu.au. Consultado el 13 de julio del 2014.

Amat-García, E., Amat-García, G. y Henao, M. L. G. 2004. Diversidad taxonómica y ecológica de la entomofauna micófaga en un bosque altoandino de la cordillera Oriental de Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* Vol. 28 (107): 223-232.

Arbeláez, T. G. 2000. Algunos aspectos de los hongos del género *Fusarium* y de la especie *Fusarium oxysporum*. *Agronomía Colombiana*. Vol. 17:11-22.

Arriaga-Varela, E., Tomaszewska, K. W. y Navarrete-Heredia, J.L. 2007. A synopsis of the Endomychidae (Coleoptera: Cucujoidea) of México. *Zootaxa* 1594: 1–38.

Ashkannejhad, S. y Horton, T. R. 2006. Ectomycorrhizal ecology under primary succession on costal sand dunes: interaction involving *Pinus contorta*, suilloid, fungi and deer. *New phytologist* 169 (2): 345-354.

Bahillo de la Puebla, P. y López-Colón, J. L. 2006. La familia Dermestidae Latreille, 1807 en la Comunidad Autónoma Vasca y áreas limítrofes. I: Subfamilia Dermestinae Latreille, 1807 (Coleoptera: Dermestidae). *Heteropterus Rev. Entomol.* Vol 6: 83-90.

Barnett, H. L. y Hunter, B. B. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Third. Ed. Burgess Publishing Company, Mineapolis, Minnesota. Pp. 241.

Basto, E. G., Rodríguez, V. R. I., Delfín, G. H. y Reyes, N. E. 2012. Dung beteles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) from cattle ranches of Yucatán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Vol. 83: 380-386.

Boosalis, M.G. 1964. Hyperparasitism. *Annu. Rev. Phytopathol.* 2: 363-376.

- Borrego, A. S. F. 2012. *Cladosporium*: género fúngico que deteriora soportes documentales y afecta a la salud del hombre. Boletín del Archivo Nacional, 18-19-20: 104-118.
- Bridge, C. W. 1959. An ecological life history of *Aureobasidium pullulans* (De Bary) Arnaud. U. S. Department of health, education, and welfare. Cincinnati, Ohio. 21.IV.
- Buée, M. Maurice, J. P., Zeller, B., Andrianarisoa, S., Ranger, J., Courtecuisse, R., Marçais, B. y Le Tacon, F. 2011. Influence of tree species on richness and diversity of epigeous fungal communities in a French temperate forest stand. Fungal ecology. Vol. 4: 22-31.
- Bucher, G. E. y Bracken, G. K. 1966. Fungus disease of adult parasitic insects caused by *Torula nigra* (Marpmann). Journal of invertebrate pathology. Vol. 8 (2): 193-204.
- Buscardo, E., Rodríguez-Echeverría, S., Freitas, H., De Angelis, P., Santos, P. J. y Muller, L. A. 2013. Contrasting soil fungal communities in Mediterranean pine forests subjected to different wildfire frequencies. Fungal Diversity: An International Journal of Mycology.
- Canseco Zorrilla, E. 2011. Estudio de la diversidad de macromicetos silvestres en el municipio de San Gabriel Mixtepec, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad del Mar. Campus Puerto Escondido, Puerto Escondido, Oax. Mex.
- Castillo-Guevara, C., C. Lara y G. Pérez. 2012. Micofagia por roedores en un bosque templado del centro de México. Revista Mexicana de Biodiversidad 83:772-777.
- Castillo-Guevara, C., J. Sierra, G. Galindo-Flores, M. Cuautle y C. Lara. 2011. Gut passage of epigeous ectomycorrhizal fungi by two opportunistic mycophagous rodents. Current Zoology 57:293-299.

- Choate, P.M. 1999. Dichotomus keys to some Families of Florida Coleoptera. Introduction to the identification of beetles (Coleoptera). Pp. 23-33
- Cruz, R., Barthel, E. y Espinoza, J. 2013. Rinosinusitis alérgica por *Curvularia inaequalis* (Shear) Boedijn. Revista Chilena infectol. Vol. 30 (3): 319-322.
- Dahlberg, A. 2002. Effects of fire on ectomycorrhizal fungi in Fennoscandian boreal forests. Silva Fennica 36 (1):69-80.
- Deloya, C., Parra, T. V. y Delfín, G. H. 2007. Fauna de Coleópteros Scarabaeidae Laparosticti y Trogidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) asociados al Bosque Mesofilo de Montaña, Cafetales bajo sombra y comunidades derivadas en el centro de Veracruz, México. Neotropical Entomology 36(1):005-021.
- Dennis, J. G. y Morgan-Jones, G. 1981. Mycopathologia. Vol. 75, 55-59.
- Díaz, W. C., Anteparra, M. E. y Hermann, A. 2008. Dermestidae (Coleoptera) en el Perú: revisión y nuevos registros. Rev. Perú. biol. 15(1): 15-20.
- Dickinson, C. y Lucas, John. 1979. The encyclopedia of mushrooms. Orbis Publishing Limited. London. Pp. 280.
- Dörfelt, H. y Schmidt, A. R. 2007. A conifer seedling with two herbicolous fungi from the Baltic amber forest. Botanical Journal of the Linnean Society. Vol. 155: 449-456.
- Dubey, R. y Pandey, A. K. 2011. *Bispora aegleli* sp. nov. a new folicolous Hyphomycete from India. J. Mycopathol, Res, 49 (2): 357-359.
- Eliades, L. A. y M. M, Steciow. 2001. Nuevas citas de hongos zoospóricos para la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Estudios sobre los hongos latinoamericanos, Nanacatepec. Universidad Veracruzana, dirección editorial. 1ª edición. Xalapa, Veracruz, México. Pag 260.

Familia Cucujidae. <http://insects.oeb.harvard.edu>. Consultado el 12 de junio del 2014.

Familia Figitidae. www.bugguide.net. Consultado el 12 de junio del 2014

Familia Formicidae. www.waspweb.org. Consultado el 12 de junio del 2014.

Familia Ichneumonidae. www.eol.org. Consultado el 24 de septiembre del 2013.

Familia Staphylinidae: Coleóptera. www.entnemdept.ufl.edu. Consultado el 24 de septiembre del 2013.

Fernández, T. L. M., Ágreda, T., Olano, J. M. 2006. Stand age and sampling year effect on the fungal fruit body community in *Pinus pinaster* forests in central Spain. *Canadian Journal of Botany*. 84, 8. Pp. 1249.

Fogel, R. y Stewart, B. 1975. Mycologia. Ecological studies of hypogeous Fungi I. Coleoptera associated with Sporocarps. *Mycological Society of America*. Vol. 67, No. 4. Pp. 741-747.

Fogel, R., J. M., Trappe. Fungus consumption (Mycophagy) by small animals. 1978. *Northwest Science*, Vol. 52, No.1.

Furci Georgee Nascimento, G. M. 2007. Fungi Austral: Guía de campo de los hongos más vistosos de Chile. Andros Impresores. 1ª Ed. Chile. Pp. 193.

Gange, A. C., Stagg, P. G. y Ward, L. K. 2002. Arbuscular mycorrhizal fungi affect phytophagous insect specialism. *Ecology Letters*. Vol. 5:11-15.

García, F. P., Álvarez, C. S. y Quesada, M. E. 2010. Primera cita de *Megaselia scalaris* (Loew, 1866), (Diptera: Phoridae) en *Apis mellifera iberiensis*. *Rev. Ibero-Latinoam. Parasitol.* 69 (1): 72-76.

- Garza, O. F., García, J. J., Estrada, C. E. y Villalón, M. H. 2002. Macromicetos, ectomicorrizas y cultivos de *Pinus culminicola* en Nuevo León. Ciencia UANL, Vol 5, 2.
- González-Abad, M. y Sanz, M. J. A. Zigomicosis en niños: infección diseminada por *Cunninghamella bertholletiae*. Arch Bronconeumol. 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arbres.2012.04.023>.
- Gray, D. J. y Morgan-Jones, G. 1981. Host-parasite relationships of *Agaricus brunnescens* and a number of mycoparasitic hyphomycetes. Mycopathologia, 75, 55-59
- Guéorguiev, B., Doychev, D. y Ovcharov, D. 2008. Cucujidae (Coleoptera: Cucujoidea)- a new family to the fauna of Bulgaria. *Historia naturalis bulgarica*. Vol. 19:93-97.
- Hammond, P. M. y Lawrence, J: F: 1989. 14th Symposium of the Royal Entomological Society of London in collaboration with the British Mycological Society. Appendix: Mycophagy in insects: a summary. .Academyc Press, U.S.A. Pp. 275-287.
- Hanski, I. 1989. Insect-Fungus Interactions. 14th Symposium of the Royal Entomological Society of London in collaboration with the British Mycological Society. Chapter 2: Fungivory, Fungi, Insects and Ecology. .Academyc Press, U.S.A. Pp. 25-61.
- Harman, G. E. 2006. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. Phytopathology 96:190-194.
- Hawksworth, D.L. and Cole, M.S. 2002. Intralichen, a new genus for lichenicolous *Bispora* and *Trimmatostroma* species. Fungal Diversity 11: 87-97.

- Heredia, G. (Editora). 2008. Tópicos sobre diversidad, ecología y uso de los hongos microscópicos. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) e Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver. México, 386 pp.
- Howell, C.R. 2003. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current concepts. *Plant Dis.* 87: 4-10.
- Ingold, C. T. 1971. Fungal spores, their liberation and dispersal. Oxford University Press, Ely House. Londres, Inglaterra. Pp. 302.
- Ippolito, A., El Ghaouth, A., Wilson, Ch. L. y Wisniewski, M. 2000. Control of postharvest decay of apple fruit by *Aureobasidium pullulans* and induction of defense responses. *Postharvest biology and technology.* Vol. 19: 265-272.
- Jones, H., Whipps, J. M. y Gurr, S. J. 2001. The tomato powdery mildew fungus *Oidium neolycopersici*. *Molecular plant pathology.* 2 (6), 303–309.
- Keith, N. Alexander, Joe C. E. Hope, Alan Lucas, John P. Smith y Mark A. Wright. 2007. Wood Pasture and Parkand Scoping Study. Environment and Heritage Service Research and Development. Series No. 08/01. Pp. 134.
- Kendrick, B. 2002. *The Fifth Kingdom*, 3rd edition. Focus Publ., Newburyport, MA. Pp. 373.
- Kromp, B. 1999. Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agric. Ecosyt. Environ.* Vol. 74: 187-228.
- Lawrence, J.F. 1989. Insect-Fungus Interactions. 14th Symposium of the Royal Entomological Society of London in collaboration with the British Mycological Society. Chapter 1: Mycophagy in the Coleoptera: Feeding Strategies and Morphological Adaptations. .Academyc Press, U.S.A. Pp. 275-287.

- Looney, Ch. N. y Zack, R. S. 2008. Plant community influence on Ground Beetle (Coleoptera: Carabidae) species, richness and abundance. *Natural Areas Journal*. Vol. 28 :168-170.
- López, R. F., Fernández, O. D., Pérez, G. I., De Vicente, A. y Torés, J. A. 2005. Control químico del Oídio de Cucurbitáceas. *Vida Rural*.
- Martínez de Aragón, J., Bonet, J. A., Fischer, C. R. y Colinas. 2007. Productivity of ectomycorrhizal and selected edible saprotrophic fungi in pine forest of the pre-Pyrenees mountains, Spain: Predictive equations for forest management of mycological resources. *Forest Ecology and Management*. Vol. 252: 239-256.
- Masuya, H., Kajimura, H., Tomisawa, N. y Yamaoka, Y. 2012. Fungi associated with *Scolytogenes birosimensis* (Coleoptera: Curculionidae) infesting *Pittosporum tobira*. *Environmental Entomology*. Vol. 41 (2): 255-264.
- Mattson, W.J., Amman, G.D., Callahan, J. T., Cornaby, B. W., Cromack, Jr. K., Crossley, Jr. D. A., Dindal, D. L., Fender, W.M., Fogel, R., Heinrich, B., Inouye, D., Jonkman, J.C.M., McBrayer, J.F., Metz, L.J., Marrow, P. A., Sollins, P., Todd, A.W., Todd, R.L., Webb, D.P. 1977. *The role of Arthropods in Forest Ecosystems*. Springer-Verlag. Pp. 84.
- Maser, Ch., A. W. Claridge, y Trappe J. M. 2008. *Trees, Truffles and Beasts*. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data. Londres, Inglaterra. Pp. 278.
- Méndez, A. A. y Moreno, M. E. 2009. Las micotoxinas: Contaminantes naturales de los alimentos. *Ciencia*. Pp.1-7.
- Méndez, Z. A., Contreras, E. J., Lara, V. F., Rodríguez, H. R. y Aguilar, C.N. 2007. Fungal production of the red pigment using a xerophilic strain *Penicillium purpurogenum* GH-2. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. Vol. 6, No. 3: 267-273.

- Mihail, J., Bruhn, J. y Bonello, P. 2007. Spatial and temporal patterns of morel fruiting. *Mycological research*. Vol. 111:339 – 346.
- Moreno, A. B., J. Gómez y E. Pulido. 2005. *Tesoros de nuestros montes. Trufas de Andalucía*. 1ª Ed. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. 352 pp. Córdoba.
- Mueller, G. M., Bills, G. F. y Foster, M. S. 2004. *Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods*. Elsevier Academic Press. Londres, Reino Unido. Pp. 777.
- Navarrete-Heredia, J.L, Newton, A.F., Thayer, M. K., Ashe, J. S. y Chandler, D. S. 2002. *Guía ilustrada para los géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de México*. Universidad de Guadalajara y CONABIO, México, D. F. Pp. 401.
- Nitsche, B. M. y Meyer, V. 2014. *Fungal Genomics XIII. The Mycota: A comprehensive treatise on Fungi as Experimental Systems for Basic and Applied Research*. Chapter 3, Subchapter 9: Transcriptomics of Industrial Filamentous Fungi: A New View on Regulation, Physiology, and Application. 2nd Edition. Springer. Verlag Berlín Heidelberg. Pp. 209-232.
- Pérez-Silva, E y Bárcenas, G. E. 1999. Hongos micoparásitos II. Especies del Estado de México. *Ciencia Ergo Sum*. Vol. 6 (3): 285-289.
- Pérez-Silva, E., T. Herrera, Ocampo L.A. 2010. Nuevos registros de macromicetos para el municipio de Temascaltepec, Estado de México. *Revista Mexicana de Micología*. 34: 23-30.
- Piña, P. C., Esqueda, M., Gutierrez, A. y González, R. H. 2013. Diversity of gasteroid fungi in the Sierra of Mazatán, Sonora, México. *The southwestern naturalist*. Vol. 58 (3):351-356.

- Quiñónez, M., Garza, O. F., Sosa, M., Lebgue, K. T., Lavín, P. y Bernal, S. 2008. Índices de diversidad y similitud de hongos ectomicorrizógenos en bosques de Bocoyna, Chihuahua, México. *Ciencia Forestal en México*, Vol. 33, 103:59-78.
- Quiñónez, M., Garza, F., Anguiano, S., y Bernal, S. 2008. Los hongos macromicetos comestibles de la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México. VII Congreso Internacional y XII Congreso Nacional y III Congreso Regional de Ciencias Ambientales, RN054, Ciudad Obregón, Sonora.
- Quiñónez, M., Garza, O. F. y Vargas, M. M. 2005. Aspectos ecológicos y diversidad de hongos ectomicorrícicos en bosque de pino y encino de 5 localidades del Municipio de Bocoyna, Chihuahua. *Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ*, Vol. 3, 1:29-38.
- Quiñónez, M., Garza, F., Mendoza, J., García, J., Saenz, J., and Bolaños, H. 1999. Guía de hongos de la región de bosque modelo Chihuahua. Gobierno del Estado de Chihuahua, Universidad Autónoma de Chihuahua, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Raghuveer, R. P. 1970. Studies on hypohomycetes from the Pacific North West-IV. *Mycopathologia et Mycologia applicata*, Vol 41 (3-4): 323-326.
- Rocheftort, S., Shetlar, D. J. y Brodeur, J. 2006. Ground beetles assemblages (Coleoptera: Carabidae) and their seasonal abundance in cool season Turfgrass Lawns of Quebec. *Environ. Entomol.* Vol. 35(6): 1508-1514.
- Rodríguez, F. N., Carrillo, R. H., Rivas, A. P., Quiroz, R. L. y Hernández, R. 2010. Mirmecofauna (Hymenoptera: Formicidae) del Jardín Botánico Ignacio Rodríguez de Alconedo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México. *Revista Dugesiana*, vol. 17(2): 113-124.

- Romero, A. O., Huerta, L. M., Huato, M., Domínguez, H. F. y Arellano, V. D. 2009. Características de *Trichoderma harzianum* como agente limitante en el cultivo de hongos comestibles. Revista Colombiana de Biotecnología, Vol. XI, núm. 2: 143-151,
- Rogerson, C. T y Samuels, G. J. 1989. Boleticolous species of Hypomyces. The New York Botanical Garden, Bronx, N.Y. Mycologia 81(3), pp 413-432.
- Sánchez, G, J. A., Romero, N. J., Ramírez, A. S., Anaya, R. S. y Carrillo, S. J. L. 1998. Géneros de Braconidae del estado de Guanajuato (Insecta: Hymenoptera). Acta zoológica de México. (n.s) 74: 59-137.
- Schmoll, M., Seiboth, B., Druzhinina, I. y Kubicek, C. P. 2014. Fungal Genomics XIII. The Mycota: A comprehensive treatise on Fungi as Experimental Systems for Basic and Applied Research. Chapter 3, Subchapter 10: Genomics Analysis of Biocontrol Species and Industrial Enzyme Producers from the Genus *Trichoderma*. 2nd Edition. Springer. Verlag Berlin Heidelberg. Pp. 233-266.
- Sempere, F., García, F y Santamarina, M. P. 2004. Caracterización morfológica y cultural de *Fusarium culmorum* (W. G. Smith). 26as Jornadas de Productos Fitosanitarios. Póster técnico. **Phytoma**. No. 162: 101-105.
- Shigo, A. L. 1960. Division of mycology: mycoparasitism of *Gonatobotryum fuscum* and *Piptocephalis xenophila*. Transactions of the New York Academy of Sciences. Vol. 22, Issue 5 Series II, pp. 365–372.
- Shiosaki, R. K., Okada, K., Buarque, N., Nigam, P., Falcão, P. S., Henrique, N., Fukushima, K., Miyaji, M. y Campos, T. G. M. 2001. Biochemical markers in taxonomy of the genus *Cunninghamella*. Revista Iberoamericana de Micología; 18:123-127.

- Silva, D., Batista, L., Rezende, E., Fungaro, M., Sartori, D. y Alves, E. 2011. Identification of fungi of the genus *Aspergillus* section *nigri* using polyphasic taxonomy. *Brazilian Journal of Microbiology*, 42: 761-773.
- Siwulski, M., Sobieralski, K., Górski, R., Lisiecka, J. y Sas-Golak, I. 2011. Temperature and Ph impact on the mycelium growth of *Mycogone pernicioso* and *Verticillium fungicola* isolates derived from polish and foreign mushroom growing houses. *Journal of plant protection research*. Vol. 51, No. 3, p. 228-272.
- Sterling, C. A., Ortiz, M. D. y Bonilla, R. N. 2010. Micobiota descomponedora presente en el compostaje de residuos sólidos orgánicos en el piedemonte amazónico colombiano. *Momentos de Ciencia* 7 (1): 18-24.
- Thaxter, R. 1903. New or Peculiar North American Hyphomycetes. III. *Botanical Gazette*, Vol. 35, No. 3, pp. 153-159.
- Tomaszewska, K. W. 2000. Morphology, phylogeny and classification of adult Endomychidae (Coleoptera: Cucujoidea). *Annales Zoologici*. 50 (4): 449-558.
- Triplehorn, C. A. y Johnson, N. F. 2005. Borror and DeLong's introduction to the study of insects. 7th Ed. Thomson Brooks/Cole. U.S.A. Pp. 864.
- Tuno, N., Kazuo, H., Takahashi, K. H., Yamashita, H., Osawa, N. y Tanaka, C. 2007. Tolerance of *Drosophila* Flies to Ibotenic Acid Poisons in Mushrooms. *J Chem Ecol*. 33:311-317.
- UMAFOR San Juanito. 2009. Estudio Regional Forestal. Pp. 243.
- Vásquez, G. P., Fraile, F. R., Hernández, R. M., Oria de Rueda, J. y Pinto, P. 2011. Fungal Community succession following wildfire in a Mediterranean vegetation type dominated by *Pinus pinaster* in Northwest Spain. *Forest Ecology and Management*. Vol. 262:655–662.

- Walsh, T. J., Anaissie, E., Denning, D., Herbrecht, R., Kontoyiannis, D., Marr, K., Morrison, V., Segal, B., Steinbach, W., Stevens, D., Van Burik, J., Wingard, J. y Patterson, T. 2008. Tratamiento de la Aspergilosis: Guías para la práctica clínica de la Sociedad de Enfermedades Infecciosas de los Estados Unidos de América (IDSA). *Clinical Infectious Diseases*, 46: T1-T36.
- Yamashita, S. y Hiji, N. 2007. Resource use pattern of a mycophagous beetle, *Neopallodes inermis* (Coleoptera, Nitidulidae), on soft fungi, *Collybia* spp. (Agaricales). *Annals Entomological Society of America*. 100 (2): 222-227.
- Yáñez, J. M. León de la Rocha, J. F., Godoy, A. T., Gastélum, L. R., López, M. M., Cruz, O. J. y Cervantes, D. L. 2012. Alternativas para el control de la cenicilla (*Oidium* sp.) en pepino (*Cucumis sativus* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Vol.3, Núm.2. p. 259-270.
- Young, O. P. 2008. Body weight and survival of *Calosoma sayi* (Coleoptera: Carabidae) during laboratory feedings regimes. *Annals of the Entomological Society of America*. Vol. 101 (1): 104-112.
- Zanzot, J.W., Matusick, G. y Eckhardt, L. G. 2010. Ecology of Root-Feeding Beetles and Their associated Fungi on Longleaf Pine in Georgia. *Environmental Entomology*. Vol. 39 (2): 415-423.

9.- APÉNDICE I

Tabla 4. Matriz de similitud del dendrograma para las especies de macromicetos en los diferentes tipos de vegetación.

	B. Pino	B. Pino-Encino	B. Incendiado	B. Plantación de coníferas
B. Pino	1			
B. Pino-Encino	0.472	1		
B. Incendiado	0.175	0.121	1	
B. Plantación de coníferas	0.48	0.387	0.139	1
Node	Group 1	Group 2	Simil.	Objects in group
		B. Plantación de coníferas	0.48	2
	1 B. Pino	B. Pino-Encino	0.429	3
	2 Node 1	B. Incendiado	0.145	4
	3 Node 2			

Tabla 5. Variables ambientales originalmente seleccionadas (Datos no transformados).

		VARIABLES					
		Pedregosidad	Altitud	Exposición	Pendiente	Temp. Amb.	Temp. Suelo
BOSQUES	BP	Baja	2455	Sureste	0-10	23	19
	BPE	Baja	2497	Oeste	16-20	22,9	19,2
	BI	Media	2528	Sur	0-10	24	22,1
	BPC	Nula	2442	Este	11-15	22,7	19,8

BP, Bosque de pino; BPE, Bosque de pino-encino; BI, Bosque incendiado; BPC, Bosque de plantación de coníferas; TempAmb, Temperatura ambiental; TempSuelo, Temperatura del suelo.

Tabla 6. Correlación entre las variables ambientales que se tomaron en cuenta inicialmente y los cuatro ejes de Ordenación en el ACC (Los valores en negritas fueron considerados para la elaboración del diagrama de Ordenación).

Variables	Ejes			
	1	2	3	4
Pedregosidad	0.9018	0.2072	-0.3794	0.0000
Altitud	0.8821	0.4706	-0.0215	0.0000
Exposición	0.2665	0.9622	-0.0569	0.0000
Pendiente	-.3854	0.6492	0.6557	0.0000
Temp. Ambiental	0.9754	0.0074	-0.2202	0.0000
Temp. del Suelo	0.9619	-0.1519	0.2272	0.0000

Tabla 7. Matriz de similitud del dendrograma para los géneros de micromicetos en los diferentes tipos de vegetación.

	Plantación de Coníferas	Bosque Incendiado	Bosque de Pino-Encino	Bosque de Pino
Plantación de Coníferas	1			
Bosque Incendiado	0.343	1		
Bosque de Pino-Encino	0.408	0.421	1	
Bosque de Pino	0.432	0.538	0.5	1

Node	Group 1	Group 2	Simil.	Objects in group
1	Bosque de Pino-Encino	Bosque de Pino	0.5	2
2	Incendiado	Node 1	0.48	3
3	Plantación de Coníferas	Node 2	0.394	4

Tabla 8. Matriz de similitud de los órdenes de insectos en los diferentes tipos de vegetación.

	Bosque de Pino	Bosque de Pino-Encino	Plantación de Coníferas	Bosque incendiado
Bosque de Pino	1,00			
Bosque de Pino-Encino	1,00	1,00		
Plantación de Coníferas	0,89	0,89		
Bosque incendiado	0,00	0,00	0,00	1,001

Tabla 9. Resultados de la prueba Kruskal-Wallis para la abundancia géneros de y ME de micromicetos asociadas a especies de macromicetos para los diferentes tipos de vegetación.

	Bosque de Pino	Bosque de Pino- Encino	Plantación de coníferas	Bosque incendiado
Chi cuadrada	200.6897	288.6834	65.565,	250.2465
Grados de libertad	15	26	14	24
p-value	< 2.2e-16	< 2.2e-16	1,21E-08	< 2.2e-16

Tabla 10. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis para la asociación de especies de macromicetos y órdenes de insectos para los diferentes tipos de vegetación.

		Bosque de Pino	Bosque de Pino-Encino	Plantación de coníferas
Riqueza	Chi cuadrada	35,36	24,17	33,37
	Grados de libertad	3	4	5
	<i>p</i> -value	1,02E-07	7,36E-05	3,17E-06
Frecuencia	Chi cuadrada	42,4	24,53	34,36
	Grados de libertad	3	4	5
	<i>p</i> -value	3,30E-09	6,25E-05	2,02E-06
Abundancia	Chi cuadrada	36.51	29,72	35,0997
	Grados de libertad	3	4	5
	<i>p</i> -value	< 0.0001	5,59E-06	1,44E-06

Tabla 11. Resultados de la prueba Kruskal-Wallis para la abundancia de familias de insectos asociadas a familias de macromicetos para los diferentes tipos de vegetación.

	Bosque de Pino	Bosque de Pino-Encino	Plantación de coníferas
Chi cuadrada	37,0137	35,1489	31,486
Grados de libertad	10	13	7
<i>p</i>-value	5,63E-05	0,0008032	5,06E-05

Tabla 12. Resultados de la prueba Kruskal-Wallis para la abundancia de familias de insectos asociadas a especies de macromicetos para los diferentes tipos de vegetación.

	Bosque de Pino	Bosque de Pino-Encino	Plantación de coníferas
Chi cuadrada	129,1523	111,5308	74,9017
Grados de libertad	12	14	7
<i>p</i>-value	2,20E-16	2,20E-16	1,50E-13