



**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ**

**CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO DE COCLÉ**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y TECNOLOGÍA**

**ESCUELA DE BIOLOGÍA**

**Tesis:**

---

*Diversidad y Ecología de Insectos asociados a Macrohongos en la Estación Biológica Jujuná, corregimiento de Chiguirí Arriba, Penonomé, provincia de Coclé, Panamá.*

---

**Estudiantes:**

Barrios Dionisbeth-céd.3-745-1831

Chirú Estephany- céd.8-939-727

**Profesor Asesor:**

Alonso Santos Murgas

**Coclé, Panamá- 2023**

## **Dedicatoria**

Le dedicamos el resultado de este trabajo a Dios por permitirnos llegar a este punto y habernos dado salud para cumplir todos nuestros objetivos.

A toda nuestra familia, principalmente, a nuestros padres que nos apoyaron en los momentos malos y buenos. Gracias por enseñarnos afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento. Por enseñarnos a ser personas con valores, perseverancia y empeño. Todo esto con una enorme dosis de amor, sin pedir nada a cambio.

A nuestros hermanos que de una u otra manera estuvieron apoyándonos con su amor incondicional.

## **Agradecimientos**

Es necesario presentar nuestros agradecimientos a todos los que de una u otra manera nos alentaron a seguir adelante, a nuestros profesores, quienes nos guiaron en el camino con sus experiencias y conocimientos.

A la universidad de Panamá, por darnos la oportunidad de superarnos profesional y personalmente.

A Biofuture Panamá por darnos su apoyo y guiarnos a realizar este trabajo.

A fórum academy por ayudarnos económicamente.

A todos nuestros amigos y familiares que nos acompañaron y apoyaron en los muestreos. Gracias a todos

## Índice General

Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Índice General.....	iii
Índice de Figuras .....	vi
Índice de Tablas.....	vii
Abreviatura .....	vii
Resumen .....	viii
Introducción.....	x
Capítulo I.....	1
Aspectos Generales.....	1
1. Planteamiento del Problema .....	2
2. Objetivos.....	4
2.1 Objetivo General.....	4
2.2 Objetivos Específicos.....	4
3. Hipótesis .....	4
4. Justificación .....	4
Capítulo II.....	6
Marco Teórico .....	6
A. Aspectos Relevantes .....	7

1.	Descripción .....	7
1.1	Taxonomía.....	7
1.1	Morfología.....	8
1.2	Comportamiento.....	11
1.3	Ciclo de Vida.....	12
1.4	Hábitats.....	13
B.	Biología de Insectos Micetobiontes .....	14
C.	Asociaciones Ecológicas.....	16
□	Termitas y Hongos (simbiosis natural) .....	17
□	Chinchas y Hongos (comensalismo y depredación) .....	17
Capítulo III	.....	19
Marco Metodológico	.....	19
Área de Estudio	.....	20
Metodología	.....	21
Transectos	.....	21
Colecta de los Insectos relacionados a Macrohongos	.....	21
Análisis de Datos	.....	23
Capítulo IV	.....	24
Resultados y Discusión	.....	24
Resultados	.....	25

Discusión .....	32
Colecta de Insectos asociados a Macrohongos por transecto .....	32
T1 Plantación de Bambú .....	32
T2 Bosque de Galería e Intervenciones.....	33
T3 Parte Alta de la Estación Biológica de Jujuná, Chiguirí Arriba .....	33
Ecología de Insectos asociados a Macrohongos .....	34
Diversidad de Especies .....	37
Conclusiones.....	39
Recomendaciones .....	40
Referencias Bibliográficas.....	41

## Índice de Figuras

Figura 1. Área de muestreo Estación Biológica Jujuná, Chiguirí Arriba. (Fuente: Google maps 2023).....	20
Figura 2. Aspirador Entomológico .....	23
Figura 3. Número total de individuos, registrados en la Estación Biológica Jujuná, Chiguirí Arriba .....	25
Figura 4. Porcentaje de Hongos.....	26
Figura 5. Número total de individuos por transecto, registrados en la Estación Biológica Jujuná, Chiguirí Arriba. ....	26
Figura 6. Insectos colectados en Macrohongos de la Orden Polyporales. ....	27
Figura 7. Insectos colectados en Macrohongos de la Orden Agaricales .....	28
Figura 8. Insectos colectados en Macrohongos de la Orden Russulales .....	28
Figura 9. Insectos colectados en Macrohongos de la Orden Tremelales.....	29
Figura 10. Insectos colectados en Macrohongos de la orden Auriculariales.....	29
<i>Figura 11. Principales Insectos asociados a Macrohongos en la estación Biológica Jujuná Chiguirí Arriba .....</i>	<i>35</i>
Figura 12. Principales Hongos de la Estación Biológica Jujuná, Chiguirí Arriba ..	36

## Índice de Tablas

Tabla 1. Cuenta total de Macrohongos encontrados por transectos en la Estación Biológica de Jujuná, Chiguirí Arriba. ....	30
Tabla 2. Listado de Individuos de Macrohongos en la Estación Biológica de Jujuná, Chiguirí Arriba.....	31
Tabla 3. Índices de Diversidad de Shannon (H) y Simpson (D) en tres transectos de la Estación Biológica de Jujuná, Chiguirí, Arriba, Coclé, Panamá.....	38

## Abreviatura

Diversidad, Dominancia, Insectos, Macrohongos, Ecología.



## Resumen

Este estudio se realizó con la finalidad de determinar la diversidad de insectos asociados a Macrohongos y algunos aspectos de su ecología en la Estación Biológica Jujuná, ubicado en Chiguirí Arriba, Penonomé, Coclé y determinar la cantidad de insectos en Macrohongos durante seis meses de muestreo (octubre 2022- abril 2023).

Para la recolecta de la muestra se establecieron tres transectos donde se realizó una búsqueda generalizada, ubicando los Macrohongos en troncos caídos, hojarasca y suelo. Para calcular la diversidad, se utilizaron los Índices de Shannon-Wiener, Simpson y Dominancia. Se colectaron 70 individuos de insectos ubicados en 33 Macrohongos. Para el **transecto 1**, se registraron 25 insectos ubicados en 12 especímenes de Macrohongos; en el **transecto 2**, se contaron 32 insectos ubicados en 14 Macrohongos y en el **transecto 3**, un total de 13 insectos ubicados en 7 Macrohongos.

Los insectos encontrados se clasificaron en cinco órdenes, en los cuales, predomina la orden **Coleóptera**, en donde se colectó un total 33 individuos, seguida por la orden **Díptera** en la cual, se colectaron 16 individuos, la orden **Himenóptera**, 10 especímenes, orden **Hemíptera**, se colectaron 7 individuos y de la orden **Isóptera** con 4 individuos colectados.

Los macrohongos más observados fueron los de la orden Polyporales que dominó en todos los transectos. Los observados con menos frecuencia fueron los de la orden Tremellales y Agaricales.

La mayor cantidad de insectos colectada se dio en el transecto 2 por ser un área boscosa; la luminosidad y la temperatura eran óptimas para que los insectos llegaran a los hongos.

El Índice de Diversidad de Shannon (H) mostró valores de (2.155, 2.374, 2.058) en los diferentes transectos, mientras que el Índice de Simpson (D) tuvo valores en el transecto 2 (0.8887); en el transecto 1 (0.8704) y el transecto 3 (0.8521).

. Las Familias más comunes asociadas a Macrohongos identificadas, fueron: Erotylidae (Coleoptera), Drosophilidae (Diptera), Formicidae (Hymenoptera), con mayor diversidad ubicadas en tres transectos.

Se demostró que las Familias Polyporaceae, Ganodermataceae, donde los géneros *Lentinus* y *Ganoderma* presentaron asociación con diferentes especies de insectos en distintos transectos localizados en el área de estudio.

## Introducción

Los insectos son unos de los grupos más importantes, abundantes y diversos existentes sobre la tierra, ya que los encontramos en ambientes acuáticos y terrestres. Desempeñan un papel muy importante en los ecosistemas como que son polinizados, descomponedores, así como numerosas otras funciones (Zuñiga & Colli-Mull, 2014).

El reino fungí (hongos) es muy importante en la ecología de los bosques; estos son los encargados de la descomposición y el reciclaje de la materia orgánica que la transforma en un compuesto más simple. Se encuentran en los troncos de los árboles, ramas, hojarascas, estiércol de animales, suelo y otros sustratos.

Existe una variedad de hongos, los cuales, se distinguen unos de otros; algunos de ellos no se pueden observar a simple vista, por ello, deben ser observados a través de un microscopio. A estos hongos se les denominan microhongos, mientras que los otros que, sí son observables a simple vista con sus cuerpos fructíferos, se les denomina Macrohongos, y son los que estudiaremos en este caso (Toledo, 2011).

Es común en bosques tropicales encontrarse con asociaciones entre insectos y hongos; esta asociación tiene gran impacto en la composición de especies vegetales y su productividad (Reyes, 2007). Entre las asociaciones que se dan entre los insectos y hongos, destacan principalmente, la nutrición, ya que algunos insectos se alimentan de hongos, aprovechando sus nutrientes esenciales y sustancias enzimáticas.

El consumo de algunas estructuras del hongo, como el micelio, cuerpos fructíferos y esporas por un insecto, se le denomina *Micofagia*, siendo lo que más relaciona los hongos con los insectos, especialmente, se da en el phylum Basidiomycota, donde ha surgido una gran fauna de insectos micófagos, específicamente, de las órdenes díptera y coleóptera,

aunque, también, se han encontrado algunas hormigas que se alimentan de estos (Amat-García, Amat-García, & Henao-M, 2004).

Los insectos dispersan las esporas de los hongos facilitándoles su reproducción, por ejemplo, muchos coleópteros que entran a troncos, los cuales, han sido descompuestos por Macrohongos, dispersan las esporas dentro del tronco. También, está la protección que les brindan los insectos a los hongos, tal es el caso, de las hormigas que cultivan y protegen a hongos, a la vez, los hongos también pueden proteger a los insectos ofreciéndoles hábitat o refugio para pasar desapercibidos por sus depredadores (Birkemoe, Jacobsen, Sverdrup-Thygeson, & Biedermann, 2018).

La presencia de cuerpos fructíferos de hongos es importante en los bosques, puesto que, proporcionan alimentación y refugio a muchos insectos; especialmente, para los coleópteros que son los que, por lo general, se ven más asociados a estos tipos de hongos, los cuales, dependiendo de su tipo de alimentación, van a hacer fungívoros obligados, fungívoros facultativos u ocasionales y los depredadores de larvas o adultos de varios insectos (Orellana, 2014).

Algunos coleópteros se aparean cerca de su fuente de alimentación donde las hembras depositan sus huevos en los Macrohongos y las larvas se alimentan de los cuerpos fructíferos, estos no causan daños a las setas; otros, excavan galerías donde depositan sus huevos dentro del soporte duro de los hongos, el cual, consumen las partes accesibles. Un ejemplo de estos son los escarabajos de la familia *Erotilidae*, conocidos como *escarabajos de los hongos*, muchos de ellos pasan todo su ciclo biológico en hongos, siendo este, su hábitat más común (Santos, Montañez, & Barria, 2017).

Los dípteros, principalmente, utilizan hongos para su desarrollo larvario; los *mycetophilids* son el grupo mejor estudiado de dípteros asociados con hongos. Las familias

(*Bolitophilidae*, *Diadocidiidae*, *Ditomyiidae*, *Keroplastidae* y *Mycetophilidae*) se les conoce informalmente, como “*Mosquitos de los Hongos*”. Estas familias son morfológicamente similares y ecológicamente uniformes. Las larvas de estas se asocian a los cuerpos fructíferos de los hongos.

La superfamilia *Sciaroidea* incluye familias que no están completamente asociadas a los hongos como tal, ejemplo, la familia de los “*mosquitos de los hongos de alas negras*”; sus larvas viven, principalmente, en las hojarascas del suelo y se alimentan de las raíces de las plantas, algunas especies de estas se encuentran en la madera en descomposición o en hongos, donde se alimentan del micelio y de los esporoforos. Los mosquitos de los hongos adultos se encuentran frecuentemente en materia en descomposición, como los escombros de hojas, recortes de hierba o en el abono orgánico (Jevgeni, 2012).

Algunas especies de insectos pueden producir daños nocivos a los cuerpos fructíferos de los hongos, como algunos escarabajos que pueden llegar a reducir la superficie reproductora de las esporas (himenio); algunos escarabajos son capaces de destruir políporos. Por otro lado, algunas larvas de dípteros que pueden llegar a cubrir la mayor parte del himenio (Birkemoe, Jacobsen, Sverdrup-Thygeson, & Biedermann, 2018). Es por esto, por lo que dicho estudio busca analizar qué tan diversos son y conocer más sobre la relación y ecología de estos insectos con los Macrohongos.

# **Capítulo I**

## **Aspectos Generales**

## **1. Planteamiento del Problema**

La problemática de la asociación que se da entre los insectos y Macrohongos es una cuestión de interés para las investigaciones biológicas y la agricultura. Aunque, la dispersión de esporas de hongos puede darse por el aire, algunos insectos actúan como vectores de estos organismos, y su presencia puede influir en la diversidad y distribución de las especies de Macrohongos.

Además, algunos insectos son considerados plagas en algunos cultivos, lo que podría afectar la calidad y cantidad de Macrohongos que se desarrollan en ellos. A pesar de la importancia de esta relación, aún se desconocen muchos aspectos de la biología y ecología de los insectos asociados a Macrohongos, así como su papel en la dispersión de esporas y la protección de estos organismos contra patógenos y otros depredadores. Por lo tanto, es importante profundizar en el conocimiento de esta relación para poder desarrollar estrategias efectivas de conservación y cultivo de Macrohongos (Micex.es, 2019).

Las asociaciones entre insectos y hongos son más habituales de lo que aparentan; estos se ven asociados debido a varios factores, ya sea, por nidación, alimentación o simplemente, porque estos utilizan a muchas especies del reino fungí como hábitat natural.

Los hongos no solo suelen ser hábitat o utilizados como fuente de alimentación solo por insectos, sino, que también, se ven asociados a otros grupos como moluscos; en este caso, babosas que dispersan las esporas de muchos hongos que las hospedan (Panal,2022).

Los insectos y demás grupos que se asocian a Macrohongos, muchas veces, lo hacen de manera beneficiosa, como es el caso del mutualismo en el que ambos organismos se benefician uno del otro, aprovechando los recursos naturales disponibles. Por otro lado, está el comensalismo que es, cuando un organismo se favorece del otro sin beneficiarlo, pero tampoco lo daña.

A nivel mundial, estudios de la relación insecto-hongo se han enfocado en la identificación de la diversidad de insectos que comprenden estas asociaciones. Ello se debe a que son comunidades claramente definidas. De esta forma, se delimita la comunidad, como el grupo de insectos que mantiene alguna relación con los cuerpos fructíferos de hongos.

Los interesados en investigar la ecología de comunidades que centran su atención en el modo en el que se distribuyen las agrupaciones de insectos que están influenciadas por las interacciones entre las mismas especies o factores que los rodean, de esta forma, el estudio de ecología de comunidades ofrece enseres teóricos y experimentales útiles para acercarse al conocimiento de estas interacciones ecológicas (Amat García, 2022).

En Panamá es un tema poco estudiado, a pesar de la relevancia que tienen estos organismos en el mantenimiento de los ecosistemas y la producción de alimentos. Se sabe que los Macrohongos proveen alimento y refugio a una gran cantidad de insectos, pero se desconoce la magnitud de esta relación y su impacto en la biodiversidad. Además, la deforestación y el cambio climático están afectando la distribución y abundancia de los Macrohongos, lo que puede tener consecuencias negativas en la supervivencia de los insectos asociados a ellos.

En la provincia de Coclé se encuentra una gran diversidad de Macrohongos que proporcionan hábitat y nutrientes para una gran variedad de insectos. Sin embargo, existe una falta de información sobre diversidad y ecología de insectos asociados en la región, particularmente, en áreas, como Chiguirí Arriba. La mayoría de los estudios se han enfocado en la diversidad de hongos entomopatógenos asociados a insectos y en otros tipos de plantaciones. Es necesario realizar estudios que determinen la diversidad de insectos asociados a Macrohongos en la región



de Coclé; su ecología y su posible papel en la polinización y dispersión de esporas de los hongos. Con esta información, se podrían tomar medidas de conservación y manejo adecuado de los bosques tropicales de la región.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

- Determinar la diversidad de insectos que se asocian a Macrohongos y algunos aspectos de su ecología.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar los principales insectos y hongos asociados.
- Demostrar la diversidad de insectos asociados a Macrohongos.
- Describir las diferentes asociaciones entre los insectos y Macrohongos.

## **3. Hipótesis**

Hi. Los coleópteros son el grupo de insectos más diverso asociado a Macrohongos en la Estación Biológica de Jujuná y realizan todo su ciclo de vida sobre ellos.

Ho. Los coleópteros no son el grupo de insectos más diverso asociado a Macrohongos en la Estación Biológica de Jujuná y no realizan su ciclo de vida sobre ellos.

## **4. Justificación**

Los insectos son el grupo de artrópodos más diversos en la tierra y algunos grupos de insectos se ven asociados a diferentes tipos de hongos, especialmente, a Macrohongos, resultando importante conocer la ecología entre estos dos organismos. Actualmente, este tema es de gran valor, debido a que los hongos tienen un gran valor ecológico vital. Ellos son descomponedores de la materia orgánica; igualmente, muchos insectos y otros organismos que reciclan nutrientes en la naturaleza.

Es por ello, que dicho estudio pretende investigar que tan diversos y, además, la ecología que tienen los insectos que se ven asociados a macrohongos en la Estación Biológica Jujuná, Chiguirí Arriba, de la provincia de Coclé.

Esto ayudara significativamente a los interesados en el grupo y a la comunidad, generándoles nuevos conocimientos sobre el tema, y dándole información u herramientas potencialmente exportables en el mercado turístico y la investigación biológica. A su vez, ayudara a futuras investigaciones como referencia, de igual forma a reforzar o ampliar información de investigaciones previas sobre el tema, ya que la información al respecto es mínima.

# **Capítulo II**

## **Marco Teórico**

## **A. Aspectos Relevantes**

Los hongos proporcionan hábitat y alimento para muchos insectos, incluidos los insectos que se alimentan de madera, y otros insectos. La diversidad de insectos asociados con los Macrohongos es extensa y depende de la especie de hongo y del tipo de hábitat. Por lo tanto, la relación entre Macrohongos e insectos es crítica para el funcionamiento de los ecosistemas forestales y tiene importantes implicaciones para la conservación de la biodiversidad y el manejo forestal (Heredía, 2020).

### **1. Descripción**

Según investigaciones realizadas, los Macrohongos son un hábitat importante para muchas especies de insectos, especialmente, los insectos que comen madera en descomposición (Heredía, 2020). El conocimiento de la diversidad de estos insectos es básico para comprender la ecología de los ecosistemas donde se encuentran los Macrohongos. Las descripciones de los insectos asociados con estos hongos deben incluir información sobre taxonomía, morfología, comportamiento, ciclo de vida, distribución geográfica y preferencias de hábitat. Además, también se debe discutir la relación entre los insectos y los Macrohongos, incluida la forma en que los insectos buscan alimento y utilizan los hongos como hábitat.

#### **1.1 Taxonomía**

La Taxonomía de estos insectos es un campo de estudio que se enfoca en la identificación y clasificación. Estos insectos pueden tener un impacto significativo en la salud y la supervivencia de los hongos, y también pueden desempeñar un papel importante en la polinización y la dispersión de esporas. Los hongos son una fuente importante de alimento para muchos insectos, tanto como adultos y larvas (Heredía, 2020).

La Taxonomía de estos insectos se basa en la identificación de características morfológicas, como la forma de su cuerpo, las antenas, patas y las alas. Se utilizan técnicas moleculares para identificar especies y analizar su diversidad.

Algunos de estos grupos de insectos que se ven asociados a Macrohongos, incluyen a los escarabajos de la corteza, las moscas de la seta, las hormigas, las avispas parasitoides y los gorgojos. Estos insectos pueden tener diferentes relaciones con los hongos, ya sea, para comerlos directamente o para utilizarlos como un lugar de crías y fuente de alimentación para sus larvas.

La Taxonomía de estos insectos es importante conocerla para una mejor comprensión de la ecología de los bosques y ecosistemas forestales, así como para desarrollar estrategias de manejo y conservación de la biodiversidad. Además, puede ser útil para la identificación de especies de hongos comestibles y venenosos, porque algunos insectos pueden ser indicadores de la presencia de hongos tóxicos o no comestibles.

### **1.1 Morfología**

La Morfología de estos insectos es altamente diversa y está adaptada para la explotación de los recursos que se encuentran en los cuerpos fructíferos de los hongos. Los insectos que colonizan los Macrohongos pueden ser tanto herbívoros como depredadores, y su Morfología se ha adaptado para la extracción de nutrientes o la caza de presas dentro de estos ambientes altamente especializados.

Los insectos asociados a los Macrohongos tienen una serie de características comunes, incluyendo, la capacidad de perforar la superficie del hongo para acceder a las células nutritivas internas; la presencia de apéndices especializados para la excavación y la perforación, y la capacidad de resistir las toxinas producidas por los hongos. Además, muchos insectos que se encuentran en los Macrohongos son altamente especializados y solo se encuentran en él un tipo

particular de hongo o en un grupo taxonómico estrechamente relacionado (Amat García, 2022). A continuación, se observará cómo es la Morfología de algunos insectos asociados a los Macrohongos.

- **Escarabajos de los Hongos**

Los Escarabajos de los Hongos han adaptado su hábitat y han desarrollado una serie de características especializadas para su alimentación en hongos, como su mandíbulas fuerte y afilada para cortar estructuras celulares de los hongos (Benavente, 2019).

La Morfología de los Escarabajos de los Hongos varía según la especie, por lo general, tienen cuerpos redondeados y compacto, con patas cortas y fuertes para excavar en el sustrato de los hongos. Su cabeza es pequeña y ancha, con antenas cortas y gruesas. Algunas especies tienen una forma de camuflaje, con un cuerpo oscuro y peludo que se mezcla con su entorno (Zurabán, 2020).

- **Moscas de la Seta**

Las Moscas de la Seta (Familia Phoridae) son un grupo diverso de insectos que suelen alimentarse de hongos y de materia orgánica en descomposición. La Morfología de estas moscas puede variar según su especie y adaptación a diferentes hábitats y modos de alimentación.

Por lo general, las Moscas de la Seta tienen cuerpos pequeños y delgados, con alas relativamente largas y patas delgadas y largas. Algunas especies tienen pelos o escamas en su cuerpo, lo que ayuda a la identificación de la especie. (González, 2013).

La cabeza es importante para su alimentación, ya que utilizan sus mandíbulas para cortar y masticar hongos y otros materiales. Algunas especies tienen protuberancias o extensiones especializadas en la cabeza que les permiten entrar en áreas difíciles de alcanzar.

La Morfología de los órganos reproductores, también es importante para la identificación de las especies de estas moscas. La forma y tamaño de los órganos reproductores pueden variar significativamente entre las especies y pueden ser utilizados para distinguirlas entre sí (González, 2013).

#### ➤ **Hormigas**

Las hormigas que se alimentan de Macrohongos, especialmente de hongos que crecen en la madera muerta y otros sustratos. Estas hormigas tienen una morfología especializada que les permite recolectar y transportar los hongos. Según un estudio publicado en una revista científica “insectes Sociaux”, las hormigas que se asocian a Macrohongos tienen una estructura corporal única que les permite recolectar y transportar hongos (Ugalde, 2002).

En cuanto a su Morfología, el abdomen incluye el propodeo (que es el primer segmento y que se ha fusionado con el tórax), el pecíolo (usualmente separado del propodeo y el siguiente segmento abdominal por constricciones), el pospecíolo en algunos grupos (también con constricción con el pecíolo y el siguiente segmento abdominal) y el gáster (los demás segmentos abdominales) (Fernández, 2003).

#### ➤ **Gorgojos**

Los gorgojos son un grupo de insectos que se caracterizan por tener una cabeza prolongada en forma de pico y por su capacidad para causar daño a diferentes plantas y cultivos. En particular, los gorgojos pueden estar asociados a los Macrohongos, lo que puede afectar su Morfología de diferentes maneras.

La Morfología de estos gorgojos puede variar en función de diversos factores, como las condiciones ambientales. Sin embargo, algunos aspectos generales de su morfología pueden ser importantes para entender su ecología y su impacto en los Macrohongos (González, 2021).

En general, los gorgojos asociados a Macrohongos presentan una serie de adaptaciones morfológicas que les permiten alimentarse y reproducirse en este tipo de ambiente. Por ejemplo, hay gorgojos que presentan una estructura bucal especializada para perforar la superficie de estos hongos. Además, algunos gorgojos pueden tener una forma corporal aplanada o alargada que les permite moverse entre las grietas y fisuras de los Macrohongos (González, 2021).

Otro aspecto importante de su Morfología es la presencia de estructuras especializadas para la reproducción y el cuidado de las crías. Por ejemplo, hay algunas especies de gorgojos que pueden tener una bolsa de cría o una cámara de reproducción dentro de los Macrohongos, donde las hembras depositan sus huevos y cuidan las larvas. También, hay gorgojos que poseen una estructura de defensa como espinas o pelambre que los protegen de depredadores o de otros competidores (González, 2021).

## **1.2 Comportamiento**

Como se ha mencionado, los hongos son una fuente importante para muchos insectos y otros animales. Estos insectos se les conocen como *micófagos* que pueden ser herbívoros o depredadores y pueden tener un impacto significativo en la distribución y abundancia de los hongos. Un claro ejemplo son los coleópteros micetobiontes que utilizan los cuerpos fructíferos de los hongos como un lugar de alimentación y apareamiento. Algunas especies de escarabajos también se alimentan de cuerpos fructíferos de los hongos, mientras que otros se alimentan de hongos en destrucción.



Las hormigas, por su parte, utilizan los cuerpos fructíferos de los hongos como alimento y también, como un lugar de cría para sus larvas. Las hormigas que suelen estar en los hongos, igualmente, pueden defenderlos de otros insectos o depredadores.

Las moscas de los hongos, incluso, suelen alimentarse de los cuerpos fructíferos de los hongos y depositan sus huevos en ellos. Las larvas se alimentan del hongo y contribuyen a su debilitamiento.

### **1.3 Ciclo de Vida**

Los Macrohongos son organismos fungívoros que se pueden encontrar en todas partes, como bosques, praderas y suelos. Estos hongos son importantes en los ecosistemas por su papel en la descomposición de materia orgánica y la formación de micorrizas con las plantas. Además, como se ha indicado, son hábitats de una gran variedad de organismos, incluyendo los insectos.

El ciclo de vida de estos insectos puede variar según la especie y las condiciones que les brinda el ambiente. Estos insectos pueden tener un ciclo de vida complejo que incluye varias etapas, como huevo, larva, pupa y adulto. La duración de cada etapa puede variar dependiendo del organismo.

Por ejemplo, el hongo *Agaricus bisporus* es un importante cultivo comercial de champiñones. Sin embargo, este hongo es un hábitat para varios insectos, incluyendo al escarabajo de la seta (*Tyrophagus putrescentiae*) y la mosca de la seta (*Bradysia impatiens*). La mosca de la seta es un insecto holometábolo, lo que quiere decir, que tiene un ciclo de vida completo en el que incluye cuatro etapas: huevo, larva, pupa y adulto. Según un estudio, la duración promedio del ciclo de vida de la mosca de la seta en el hongo *Agaricus bisporus* es de aproximadamente 25 días (Lecoq et al., 2017).

Por otro lado, el escarabajo de la seta es un insecto hemimetábolo, lo que quiere decir, que tiene un ciclo de vida incompleto que incluye tres etapas: huevo, ninfa y adulta. Según algunos estudios, el ciclo de vida de este en el hongo *Agaricus bisporus* es de aproximadamente 32 días (Araújo et al., 2018).

En el caso de los Macrohongos, su ciclo de vida, por lo general, incluye dos fases principales: la fase haploide y la fase diploide.

Durante la fase haploide, los hongos macroscópicos producen esporas haploides que se dispersan en el ambiente y pueden ser transportadas por el viento, el agua o los animales. Estas esporas germinan y forman un micelio haploide, que es una red de filamentos que crecen en el sustrato y absorben nutrientes (Alexopoulos et al., 1996).

Durante la fase diploide, dos micelios haploides se fusionan y forman un micelio dicariótico, que es una red de filamentos con dos núcleos haploides que no se fusionan. Este micelio dicariótico se desarrolla y forma la estructura macroscópica del hongo, como el sombrero y el estipe. Durante este proceso, se produce una serie de cambios bioquímicos y morfológicos que conducen a la formación de estructuras reproductivas, como las setas.

Finalmente, en la fase haploide nuevamente, los cuerpos fructíferos del hongo producen esporas haploides que se dispersan en el ambiente y cierran el ciclo de vida de los Macrohongos (Kirk et al., 2008).

#### **1.4 Hábitats**

Los Macrohongos son organismos fúngicos que se encuentran en una gran variedad de hábitats, desde bosques y praderas hasta suelos y cuerpos de agua. Todo esto dependerá de la especie y las condiciones ambientales.

Son importantes para los ecosistemas y la biodiversidad debido a su papel en la descomposición de materia orgánica y la formación de micorrizas en las plantas. Además, de que son fuente alimenticia para muchos organismos, incluyendo al humano (Hibbett et al., 2007).

En las praderas se encuentran en los suelos y la vegetación. La presencia de estos en praderas puede ser importante para la salud del suelo y la supervivencia de las plantas. En las superficies se encuentran en cuerpos de aguas y también los sedimentos. En general, prefieren hábitats húmedos y ricos en materia orgánica (Muller et al., 2003).

Los hongos le sirven de hábitat a muchos insectos y a otros animales. Los insectos que habitan en estos hongos, por lo general, son insectos que se alimentan de ellos o que también, los utilizan como lugar de refugio y reproducción. Por ejemplo, el escarabajo del hongo (*Bolitotherus cornutus*) utiliza cuerpos fructíferos de hongos como lugar de apareamiento y protección para sus huevos (Kuprewicz et al., 2019).

## **B. Biología de Insectos Micetobiontes**

Los insectos Micetobiontes, también conocidos como *micófagos* son aquellos que tienen una estrecha relación con los hongos y se alimentan exclusivamente de ellos o utilizan al hongo como fuente de alimentación o hábitat para su desarrollo. Estos insectos pueden ser herbívoros, depredadores o parasitoides y se encuentran en una variedad de órdenes y familias.

Los insectos herbívoros micetobiontes se alimentan de diferentes partes del hongo como cuerpos fructíferos, esporocarpos y micelios. Algunos ejemplos de insectos herbívoros micetobiontes son las polillas de la seta (Agaricales), que se alimentan de cuerpos fructíferos de hongos, y las moscas *Sciaridae*, que se alimentan de micelios y esporocarpos de hongos (Meyer et al., 2018).

La mayoría de las especies de insectos asociados a hongos prefieren cierta fase del desarrollo del esporocarpo. Navarrete-Heredia (1991) reconoce cuatro estados de maduración de los esporocarpos, desde su aparición hasta su estado de descomposición avanzada, en donde muchos insectos micetobiontes se desarrollan, principalmente, en el segundo estado de maduración, donde liberan sus esporas.

Los insectos depredadores micetobiontes se alimentan de otros insectos que habitan en hongos o los utilizan como lugar de refugio y reproducción. Un ejemplo de insecto depredador micetobionte es la avispa parasitoide *Hymenoepimecis argyraphaga*, que utiliza hongos para depositar sus huevos en las arañas que habitan en ellos (Eberhard, 2019).

Los coleópteros micetobiontes se alimentan de la mayoría de los hongos Basidiomicetos, principalmente *Agaricales*, *Boletales*, *Cantharellales*, *Hymenochaetales*, *Polyporales*, *Russulales* y *Tremellales*. Sin embargo, un aspecto importante en la biología de estos organismos es su preferencia alimentaria. La mayoría de los coleópteros micetobiontes son polívoros, lo cual, se explica por la presencia efímera de los esporocarpos, especialmente, en los *agaricales*. Las especies oligófagas se encuentran específicamente, en hongos de la familia *Polyporaceae*, los cuales, producen esporocarpos que pertenecen desde algunos meses o varios años (Castillo & Navarrete-Heredia, 2018).

Los insectos parasitoides micetobiontes utilizan los hongos como lugar de reproducción y desarrollo de sus larvas. Un ejemplo de insecto parasitoide micetobionte es la avispa parasitoide gladiator, que utiliza hongos como lugar de desarrollo de sus larvas (Hughes et al., 2008).

La relación entre estos individuos es beneficiosa, ya que, los hongos les proporcionan a los insectos una fuente de alimento y hábitat para su desarrollo, mientras que los insectos

pueden ayudar a dispersar las esporas de los hongos y controlar las poblaciones de otros insectos que dañan los hongos (Meyer et al.,2018).

Muchos insectos llegan a los Macrohongos y no especialmente, por ellos, sino por otros insectos. Se ha observado que muchas especies ubicadas en los hongos no están particularmente, por alguna atracción con ellos, sino que se encontraban alimentándose de especies de mosca u otros organismos que sí llegaban interesados en esta especie.

En el caso de los chinches, algunos estudios afirman que llegan a Macrohongos para utilizarlos como refugio; en ellos encuentran humedad y oscuridad, lo cual, puede ser atractivo para ellos. La mayoría buscan lugares en los que puedan refugiarse y esconderse para encontrar protección, y los hongos son buenos lugares para ello.

### **C. Asociaciones Ecológicas**

Las Asociaciones Ecológicas se refieren a las interacciones entre diferentes especies en un ecosistema y cómo estas interacciones afectan a los organismos involucrados y al ambiente en general. Estas asociaciones pueden ser beneficiosas, perjudiciales o neutras para las especies involucradas (González, 2020).

Las Asociaciones Ecológicas entre insectos y hongos son de gran importancia en los ecosistemas porque pueden tener efectos significativos sobre la diversidad y función de la comunidad biológica. Estas asociaciones pueden ser de diferentes tipos, como mutualismo, parasitismo o simbiosis, y muchas veces, se establecen a través de interacciones íntimas y específicas (González, 2020).

Algunos ejemplos de Asociaciones Ecológicas entre Macrohongos e insectos:

➤ **Termitas y Hongos (simbiosis natural)**

La simbiosis entre termitas y hongos es un ejemplo de una relación simbiótica donde dos especies se benefician mutuamente. Las termitas proporcionan un lugar y un entorno adecuado para que crezcan los hongos, mientras que los hongos proporcionan alimento a las termitas.

La subfamilia *macrotermitinae* no pueden digerir la celulosa ni la lignina, que son los principales componentes de las plantas que comen, por lo que, aprovechan la relación simbiótica con los hongos superiores. El hongo descompone lentamente la celulosa y la lignina en el panal, haciéndolo fácilmente digerible por las termitas (Dongo, 2022).

➤ **Chinches y Hongos (comensalismo y depredación)**

Hay varias razones por las que los chinches pueden asociarse con hongos:

1. Alimentación: los insectos pueden sentirse atraídos por los hongos debido a la presencia de estos en la descomposición u otros organismos que se alimentan de hongos. Se sabe que los chinches son oportunistas y se alimentan de una variedad de alimentos, incluidos los hongos y sus esporas.

2. Refugio: los hongos proporcionan un ambiente húmedo, oscuro y protegido que atrae a los insectos. Los insectos buscan lugares para esconderse y encontrar protección, y los hongos pueden ofrecerles todo eso.

3. Reproducción: algunos tipos de insectos pueden utilizar los hongos como un lugar para criar y reproducirse. Además, pueden proporcionarles un lugar adecuado para poner huevos y permitir que las crías se desarrollen.

4. Presencia de otros insectos: los hongos pueden atraer a otros insectos, como moscas o escarabajos, que, a su vez, pueden ser presas de los chinches. Los chinches pueden llegar a los

hongos para comerse estos insectos, o aprovechar la presencia de otros organismos para sobrevivir.

## **Capítulo III**

### **Marco Metodológico**



## Área de Estudio

El estudio se llevó a cabo en la Estación Biológica Jujuná, Chiguirí Arriba, ubicado en el distrito de Penonomé provincia de Coclé (Figura 1). Durante el transcurso del año, la temperatura varía de 21°C a 30°C y rara vez, baja a menos de 20°C o sube a más de 32°C. Además, es abundante en flora y fauna.



Figura 1. Área de muestreo Estación Biológica Jujuná, Chiguirí Arriba. (Fuente: Google maps 2023)

## **Metodología**

### **Transectos**

Se ubicaron tres transectos, los cuales, cada uno medía 2.0 m de ancho y 20 m de largo. Cada transecto se colocó a una distancia de 500 m del siguiente, para así cubrir toda el área de estudio con la finalidad de representar la diversidad del área.

#### **T1 Plantación de Bambú**

#### **T2 Bosque de Galería e Intervenciones**

#### **T3 Parte Alta de la Estación Biológica**

Para cada muestreo, se tomaron en cuenta el tipo de sustrato que contenía cada especie de hongo e insecto, procurando que en cada visita se revisara aquellos troncos caídos, hojarasca, palos verdes y en especial, aquella materia que se encontraba en descomposición para obtener adecuados resultados a la hora de buscar los especímenes en asociación.

Este método consiste en medir dentro de la Estación Biológica Jujuná Chiguirí Arriba un cuadrado total de 1000 m sobre la vegetación en 3 puntos alrededor del Bosque, para determinar la diversidad de insectos que se asocian a Macrohongos y algunos aspectos de su ecología.

### **Colecta de los Insectos relacionados a Macrohongos**

Los muestreos se realizaron durante seis meses (octubre 2022 a abril 2023) en la Estación Biológica Jujuná, Chiguirí Arriba. El recorrido se realizó una vez por semana en horas de la mañana (7:00 am a 12:00 pm), donde se establecieron tres transectos de 500 metros cada uno; se realizó una búsqueda generalizada en cada uno de ellos, en la cual, se ubicaron los Macrohongos y fueron fotografiados con una cámara de 12 megapíxeles de celular (Samsung A20s) para registrar sus características generales; las fotografías fueron enviadas a un especialista (profesor Luis Jaén,

Departamento de Genética y Biología Molecular) de la Universidad de Panamá para su identificación.

Se colectaron insectos en sus diferentes estadios (larvas, pupas y adultos) que se encontraban en los hongos. Fueron colectados en frascos con alcohol al 70% cada uno, etiquetado con los datos de colecta y el número de imagen del hongo hospedero, para luego ser llevados al laboratorio.

De cada muestra colectada se describió el sitio y el sustrato donde se encontraban, se tomó el punto GPS (Garmin 62s) y se registraron parámetros de temperatura y humedad del sitio.

Para la colecta de insectos se utilizaron diferentes métodos: de manera manual y también, con la ayuda de un aspirador entomológico (Figura 2) confeccionado con un frasco de vidrio, al cual, se le abrieron agujeros para introducir mangueras transparentes; una de ellas con un tamiz y el otro extremo, el succionador. Este aspirador se utilizó para la colecta de insectos que no podían ser colectados manualmente como algunas moscas o insectos de tamaño muy pequeños.

Las muestras fueron llevadas al laboratorio donde fueron analizadas bajo un estereoscopio; los insectos de cada muestra se separaron en viales con alcohol y se identificaron, utilizando una guía de insectos.



Figura 2. Aspirador Entomológico

### **Análisis de Datos**

La información se registró en una base de datos Excel. El análisis de los datos se realizó en una lista de las Familias de insectos y Macrohongos colectados, para diseñar tablas, gráficas y representar la diversidad de insectos encontrados en dicho sitio.

### **Diversidad de Especies**

Luego de identificar los individuos por cada transecto, se calcularon los índices de diversidad más comunes utilizados en Ecología: Shannon-Wiener (H) y Simpson (D), empleando el Programa Past 4.03.

El índice de Shannon-Wiener (H) mide la diversidad, como:

$$H = -\sum p_i \ln(p_i) \quad p_i = n_i / N$$

Donde  $n_i$  es el número de individuos de la especie  $i$  y  $N$  es la abundancia total de las especies. El valor de  $H$  se encuentra limitado entre 0 y  $\ln(s)$ , tiende a cero en comunidades que son poco diversas. Este índice mide la probabilidad de seleccionar todas las especies en la proporción con la que existen en la población (Somarriba, 1999).

El índice de Simpson (D) mide la diversidad, como:  $D = \sum 1/(p_i^2)$ .

El valor de  $D$  se encuentra limitado entre 0 y  $s$ , y tiende a cero en comunidades poco diversas (Briceño, 2020).

## **Capítulo IV**

### **Resultados y Discusión**

## Resultados

En los transectos estudiados en la Estación Biológica Jujuná de Chiguirí Arriba, se identificaron 70 individuos de insectos clasificados en 60 adultos, 8 larvas y 2 pupas distribuidos en 16 familias (Figura 3), ubicados en 33 especies de Macrohongos. Las larvas eran pertenecientes a la orden coleóptera y díptera, y las pupas de la orden coleóptera.

Las Familias con el mayor número de especies en insectos, fueron: *Erotylidae*, *Drosophilidae*, *Formicidae*. Las familias de macrohongos más comunes, eran *Polyporaceae*, *Ganodermataceae* donde los géneros *Lentinus* y *Ganoderma* fueron los más sobresalientes en cada muestreo (Figura 4). Algunas especies de hongos fueron observadas con poca frecuencia, en el caso del género *Termitomices*.

Para el **transecto 1**, se registraron 25 insectos: (36%) ubicados en 12 especímenes de Macrohongos (36%); en el **transecto 2**, se contaron 32 insectos: (46%) ubicados en 14 Macrohongos (42%) y en el **transecto 3**, un total de 13 insectos (19%) ubicados en 7 Macrohongos (21%) (Figura 5).

Cabe recalcar, que se encontraron un total de 72 individuos de Macrohongos, los cuales, fueron identificados a nivel de Familia (Tabla 1), sin embargo, solo en 33 de ellos, se encontraron especímenes de insectos.

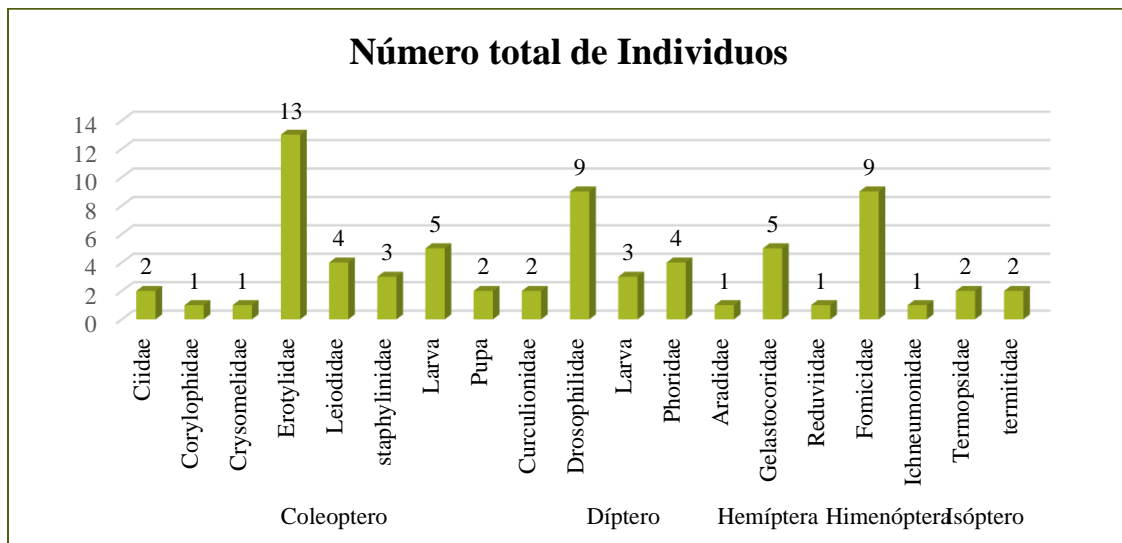


Figura 3. Número total de individuos, registrados en la Estación Biológica Jujuná, Chiguirí Arriba

**Nota:** En la gráfica se muestra el número total de insectos por Orden y Familias.

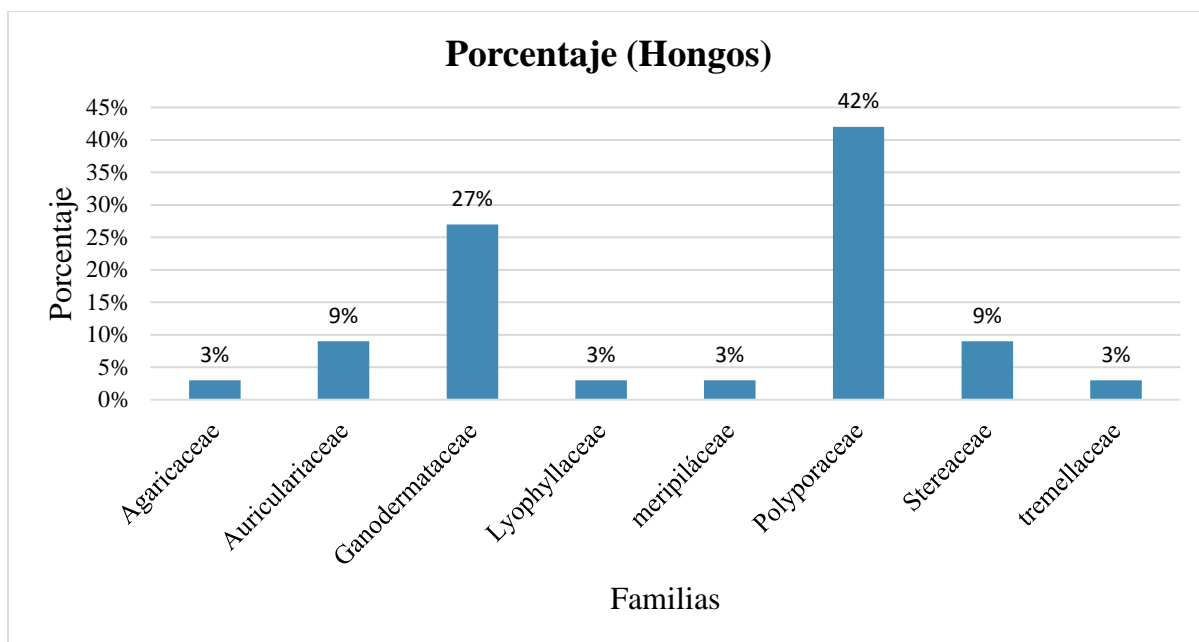


Figura 4. Porcentaje de Hongos.

**Nota:** Se muestra el porcentaje de Familias de hongos en los que se encontraron individuos de insectos.

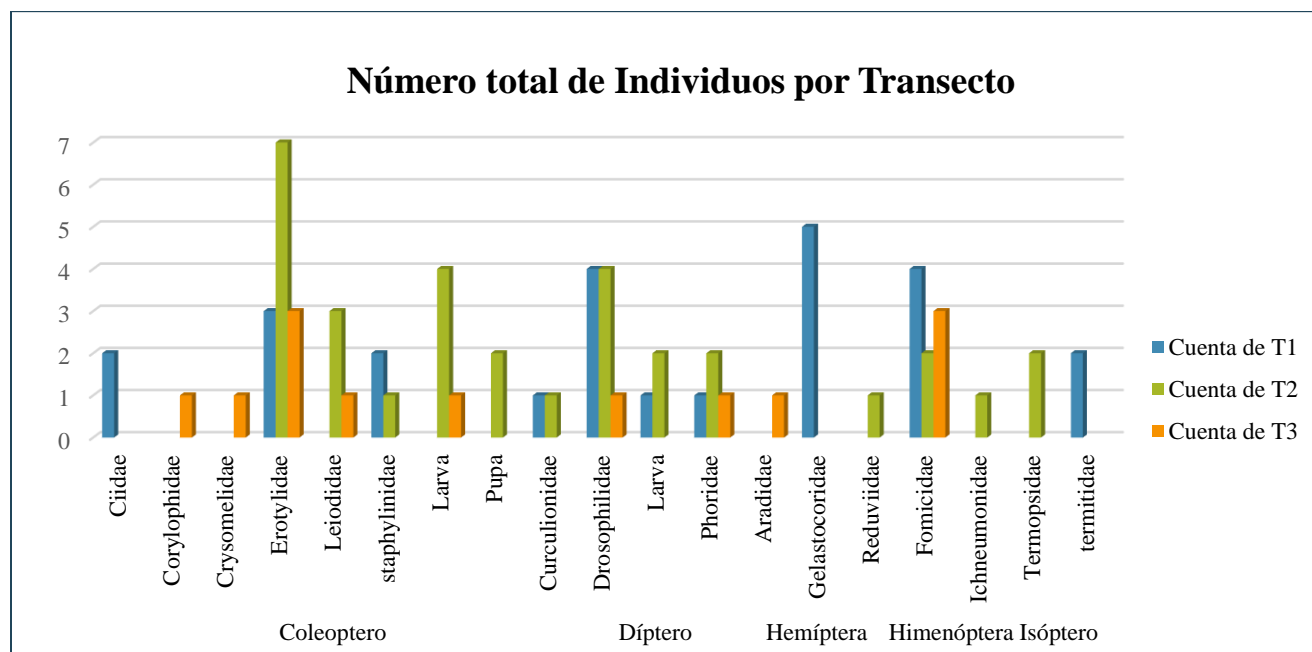


Figura 5. Número total de individuos por transecto, registrados en la Estación Biológica Jujuná, Chiguirí Arriba.

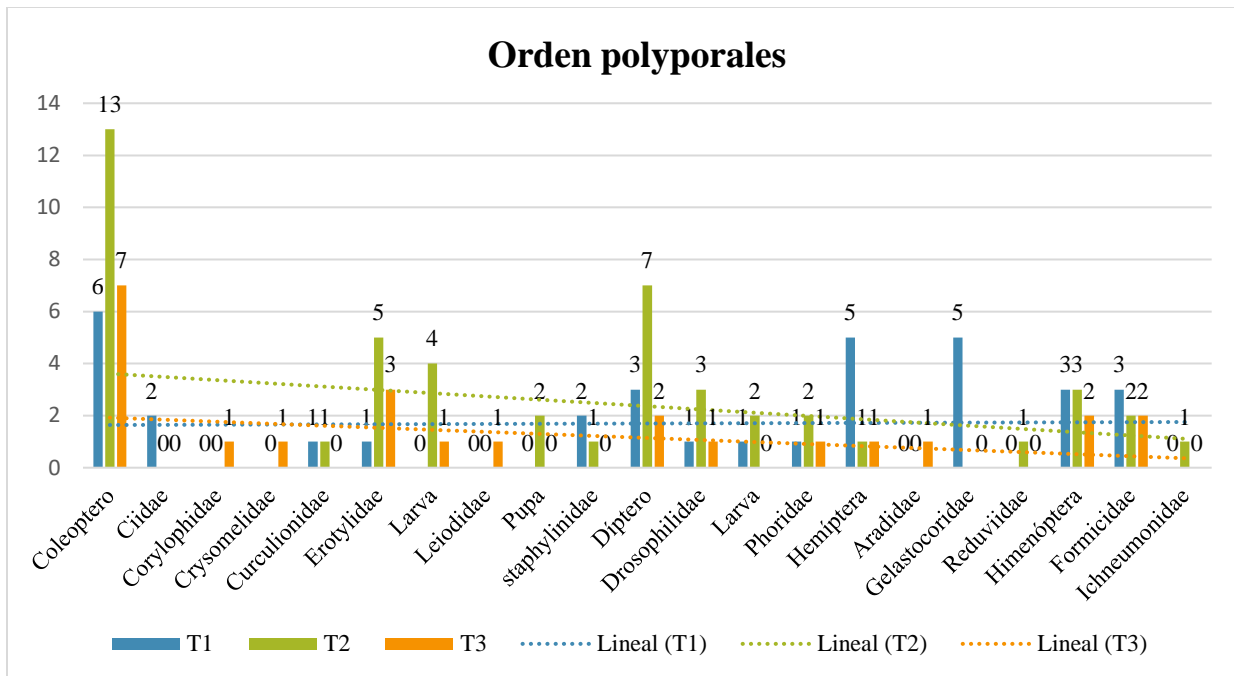


Figura 6. Insectos colectados en Macrohongos de la Orden Polyporales.

Se muestran especímenes de Familias y Ordenes de insectos, Coleópteros, Dípteros, Hemípteros e Himenóptera. La gráfica muestra la gran diversidad de insectos encontrados en la Orden Polyporales, siendo esta, la orden de macrohongos con más colecta en los tres transectos, no obstante, el transecto 2 fue el más abundante. Los Coleópteros, especialmente de la Familia *Erotylidae* fueron los más abundantes en esta Orden, los que presentaron menos colectas fueron las especies de la orden Himenóptera.



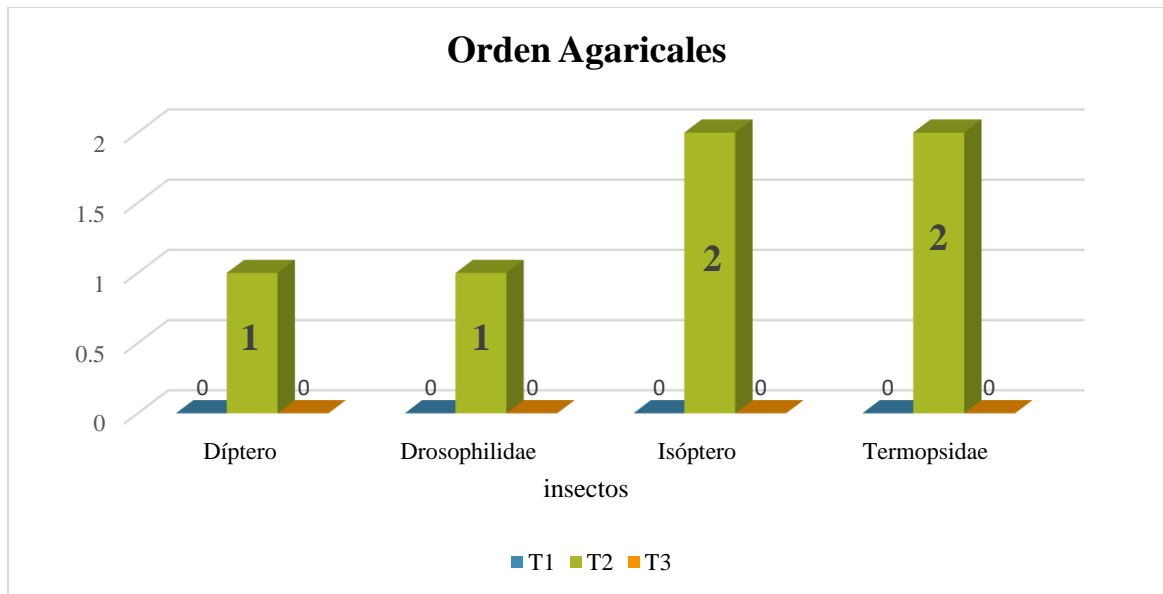


Figura 7. Insectos colectados en Macrohongos de la Orden Agaricales

La gráfica muestra especímenes de la orden Díptera e Isóptera en hongos Agaricales, se encontraron solo en T2 Bosques de Galería e intervenciones mientras que en los transectos 1 y 3 no se mostró presencia de insectos en esta Orden de Macrohongos.

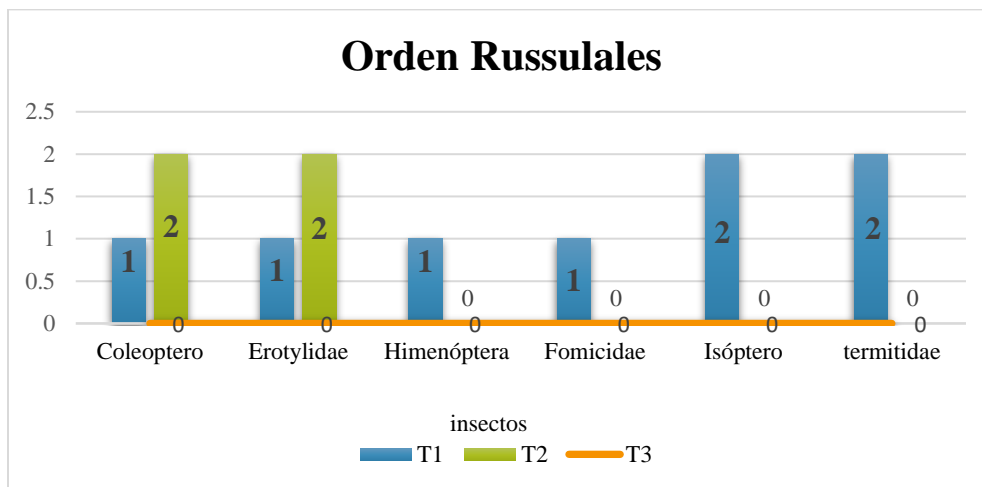


Figura 8. Insectos colectados en Macrohongos de la Orden Russulales

Se muestran especímenes de la orden Coleóptera, Himenóptera e Isóptera. Se muestra que en el transecto 2 se colecto mayor cantidad de coleópteros de la familia *Erotylidae* que en el transecto1, en cambio, el transecto 1 presento mayor cantidad de individuos en esta orden de macrohongo, mientras que en el transecto 3 no hubo presencia de insectos para esta Orden.

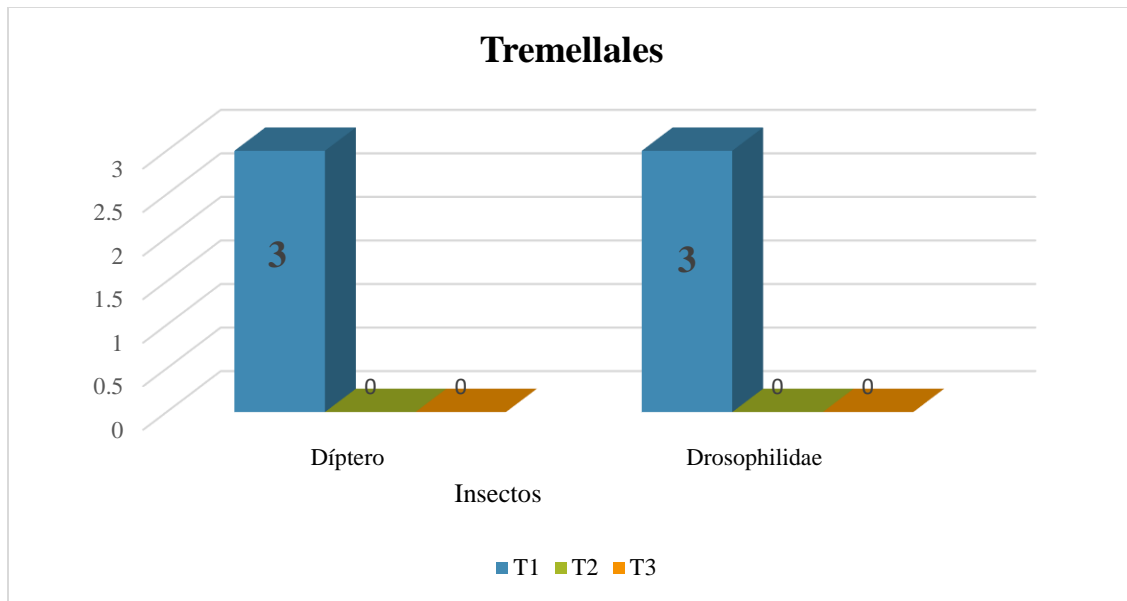


Figura 9. Insectos colectados en Macrohongos de la Orden Tremelales.

Se muestran organismos de la Orden Díptera, especialmente, de la Familia *Drosophilidae* en el transecto 1, mientras que en el transecto 2 y 3, no hubo recolecta de insectos para esta Orden. Siendo este el Orden de Macrohongos con menos insectos colectados.

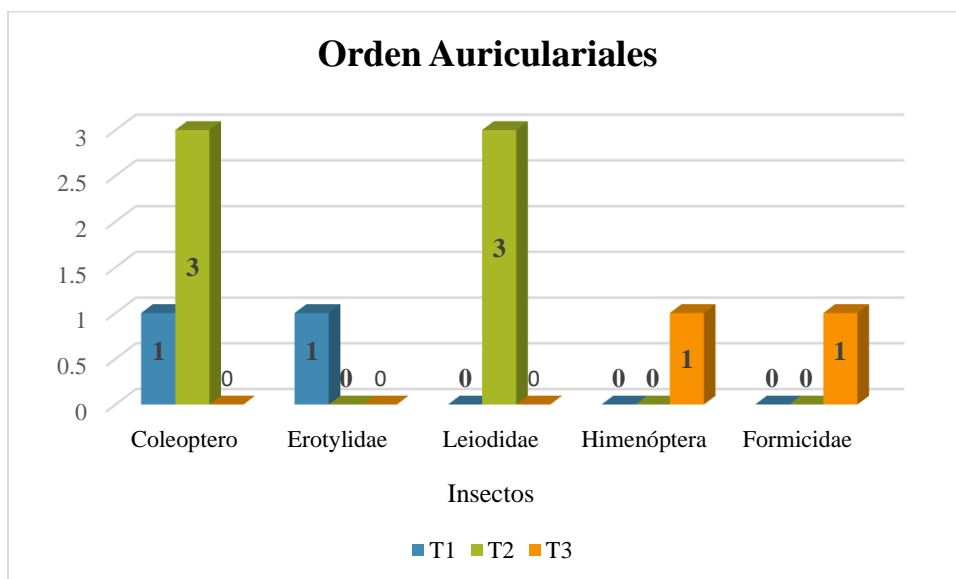


Figura 10. Insectos colectados en Macrohongos de la orden Auriculariales.

La gráfica indica que hubo presencia de especies de la Orden Coleóptera, especialmente, de las Familias *Erotylidae*, *Leiodidae* en los transectos 1 y 2; la Orden Himenóptera de la Familia *Formicidae* en el transecto 3.

**Tabla 1.** Cuenta total de Macrohongos encontrados por transectos en la Estación Biológica de Jujuná, Chiguirí Arriba.

	<b>Cuenta de T1</b>	<b>Cuenta de T2</b>	<b>Cuenta de T3</b>
<b>Hymenochaetales</b>	<b>1</b>		
Hymenochaetaceae	1		
<b>Polyporales</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>8</b>
Ganodermataceae	6	1	1
meripiláceae		1	
Polyporaceae	5	9	7
<b>Tremellales</b>	<b>2</b>		
Hyaloriaceae	1		
tremellaceae	1		
<b>Agaricales</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>3</b>
Agaricaceae	1	1	
Hymenogastraceae		1	
Lyophyllaceae		1	
Marasmiaceae		1	
Mycenaceae	2		2
Omphalotaceae	1		1
Physalacriaceae	1	2	
Pleurotaceae		2	
psathyrellacea	1		
<b>Pezizales</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
Sarcoscyphaceae	1	3	1
<b>Auriculariales</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
Auriculariaceae	4	2	4
<b>Russulales</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	
Stereaceae	5	1	
<b>Reticulariales</b>	<b>1</b>		
Reticulariaceae	1		
<b>Total, General</b>	<b>31</b>	<b>25</b>	<b>16</b>

**Tabla 2.** Listado de Individuos de Macrohongos en la Estación Biológica de Jujuná, Chiguirí Arriba.

Orden y Familias (Hongos)	T1	T2	T3	TOTAL	Porcentaje	Sustrato
<b>Tremellales</b>	<b>1</b>			<b>1</b>	<b>3%</b>	TD
tremellaceae	1			1	3%	TD
<b>Russulales</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>3</b>	<b>9%</b>	S y td
Stereaceae	2	1		3	9%	S y td
<b>polyporales</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>24</b>	<b>73%</b>	S, td, tv
Ganodermataceae	5	3	1	9	27%	TD
meripiláceae		1		1	3%	TD
Polyporaceae	3	6	5	14	42%	tv,td, S
<b>Auriculariales</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>9%</b>	TD
Auriculariaceae	1	1	1	3	9%	TD
<b>Agaricales</b>		<b>2</b>		<b>2</b>	<b>6%</b>	td, S
Agaricaceae		1		1	3%	H
Lyophyllaceae		1		1	3%	td

**Nota:** se muestran individuos de macrohongos en los que se colectaron insectos, encontrados por cada transecto establecido.

En la sección de sustrato, tenemos que T= tronco, incluye troncos vivos (Tv) y troncos en descomposición (Td); H= hojarasca; S= suelo. El total indica total de individuos por Orden y Familias colectados.

## **Discusión**

Los insectos encontrados se clasificaron en cinco Órdenes, en las cuales, predomina la Orden **Coleóptera**, en donde se colectó un total de 33 individuos de las Familias: *Ciidae*, *Corylophidae*, *Crysomelidae*, *Erotylidae*, *Leiodidae*, *Staphylinidae*, *Curculionidae*. Seguida por la Orden **Díptera** en la cual, se colectaron 16 individuos de las Familias: *Drosophilidae* y *Phoridae*. La Orden **Himenóptera**, 10 especímenes de las Familias: *Formicidae* e *Ichneumonidae*. Orden **Hemíptera**, se colectaron 7 individuos de las Familias: *Aradidae*, *Gelastocoridae* y *Reduviidae*. Orden **Isóptera** con 4 individuos colectados de las Familias *Termopsidae* y *Termitidae*.

La Estación Biológica de Jujuná, Chiguirí Arriba, por su humedad y temperatura, es muy rica en especies de Macrohongos, lo que permite que el orden Polyporales domine todos los transectos (Figura 6), ya que su crecimiento se adapta a muchos tipos de sustratos. Los observados con menos frecuencia fueron hongos de la Orden Tremellales (Figura 9) y Agaricales (Figura 7).

Los hongos mostraron preferencia por árboles y troncos en descomposición, como se muestra en la Tabla 2, puesto que, los hongos son descomponedores y prefieren este tipo de sustrato. También, se ubicaron muchos especímenes en otros sustratos, como el suelo y las hojarascas, siendo beneficiosos para su crecimiento y desarrollo.

### **Colecta de Insectos asociados a Macrohongos por transecto**

Se realizó una búsqueda generalizada por cada transecto establecido donde se hallaron 72 Macrohongos y se colectaron insectos en 33 de ellos.

### **T1 Plantación de Bambú**

En este transecto se colectó una gran variedad de insectos y larvas, siendo uno de los que más individuos localizados tuvo; a su vez, en la plantación se observó más presencia de Macrohongos encontrados (Tabla 1); esto se debió a la alta luminosidad y humedad que osciló

entre 79% al 94%, ayudando a que los hongos crezcan con mayor facilidad. Sin embargo, no fue el transecto con mayores individuos de insectos, debido a que el transecto es un punto de tránsito para los residentes locales, quienes limpian el camino, cortando plantas y eliminando obstáculos que afectan a los grupos de insectos.

### **T2 Bosque de Galería e Intervenciones**

La cantidad de insectos fue superior porque el área era boscosa; se debe a que la luminosidad y la temperatura eran óptimas para que los insectos llegaran a los hongos. Hecho que les beneficia en la alimentación y reproducción; a su vez, les ayuda a protegerse de depredadores. Otra razón es que el transecto está alejado de intervenciones urbanas, lo que evita que se ahuyenten y su número de especie aumente. La humedad en esta zona varía entre 68% al 93%, siendo adecuadas para el crecimiento de los hongos y para los insectos visitantes. Los Macrohongos eran menos especies, pero atraídos por más insectos que el transecto 1 y 3, donde refleja un indicado de que los parámetros ambientales juegan un rol específico en la relación de hongos e insectos.

### **T3 Parte Alta de la Estación Biológica de Jujuná, Chiguirí Arriba**

Se colectó un 19% de insectos y un 21% de Macrohongos en comparación con los otros dos transectos en donde hubo menor cantidad de individuos. Esto se debe a que las temperaturas en esta área solían ser más bajas y la humedad oscilaba entre un 76% al 94%; la luminosidad era baja, pues, el lugar suele ser muy oscuro y no beneficia el crecimiento de Macrohongos.

Cabe destacar, que el exceso de humedad y la poca luminosidad pueden ser perjudiciales en el crecimiento de los hongos. Un ambiente excesivamente húmedo puede favorecer el crecimiento de bacterias y otros organismos, que son competidores, limitando el crecimiento de los hongos. Además, esto puede provocar la descomposición del sustrato en el que crecen (Wirth et al., 2019).

## **Ecología de Insectos asociados a Macrohongos**

Los hongos son organismos heterótrofos que tienen gran importancia en la ecología de los bosques como descomponedores de la materia orgánica. Crecen sobre troncos donde se encargan de descomponer la lignina, sustancia que le da dureza a la madera.

Existen invertebrados, principalmente, insectos que comen hongos y son denominados micofagos; otros participan como vectores de hongos que afectan a plantas; e incluso, existen invertebrados que son víctimas de los hongos entomopatógenos (Carvajal, 2022).

Las Familias de insectos micófagos pertenecen a escarabajos, hormigas y moscas y son: Díptera (*Drosophilidae* y *Phoridae*), Coleóptera (*Ciidae*, *Corylophidae*, *Crysolmelidae*, *Erotylidae*, *Leiodidae*, *Staphylinidae*, *Curculionidae*), himenópteros (*Formicidae* y *Ichneumonidae*).

En el bosque es usual ver interacciones de moscas *Drosophilidae* en hongos del género *Polyporaceae*, por su fétido olor muchas moscas son atraídas, ayudando a esparcir sus esporas.

Muchas hormigas de la Familia *Formicidae* son conocidas por su hábito de cortar hojas de las plantas y llevárselas a sus nidos. Lo realizan por ser sociedades que viven en mutualismo hormiga-hongo.

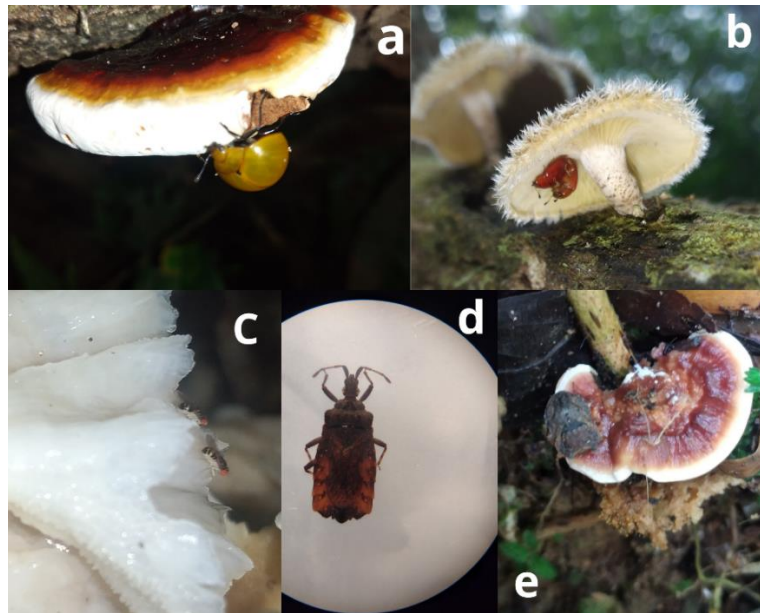


Figura 11. Principales Insectos asociados a Macrohongos en la estación Biológica Jujuná Chiguirí Arriba

- a) *Aegithus sp* (Erotylidae).
- b) *Mycotretus sp* (Erotylidae).
- c) *Drosophila melanogaster* (Drosophilidae).
- d) *Hesus flaviventris* (Aradidae).
- e) *Gelastocoris oculatus* (Gelastocoridae).

Algunos depredadores atacan a algunas especies de Macrohongos, como chinches de la especie *Hesus flaviventris* y *Gelastocoris oculatus*, comúnmente conocidos como *Chinche Sapo*, que se alimentan de insectos como moscas y otros insectos que pueden ser dañinos para los Macrohongos.

En el caso de los Chinches Sapo, se pudieron observar varias veces, en hongos de la Familia *Ganodermataceae*, ubicados en el transecto 1, los cuales, permanecen allí para anidar y alimentar sus larvas.



Un caso muy peculiar que se dio en este estudio fue la presencia de hongos en un termitero observado en el transecto 2; los hongos termitomyces se asocian a las termitas porque estas las cultivan y los utilizan como fuente de alimento. Las termitas utilizan plantas toscamente masticadas y ligeramente digeridas para crear una pequeña estructura ventilada, el panel o jardín de hongos, en el que crecerá el micelio de un termitomyces, un hongo Basidiomiceto de la orden Agaricales. Este hongo rompe gradualmente el material de celulosa y lignina amasado en el panel para generar sustancias más fáciles de asimilar para las termitas (Dongo, 2022).

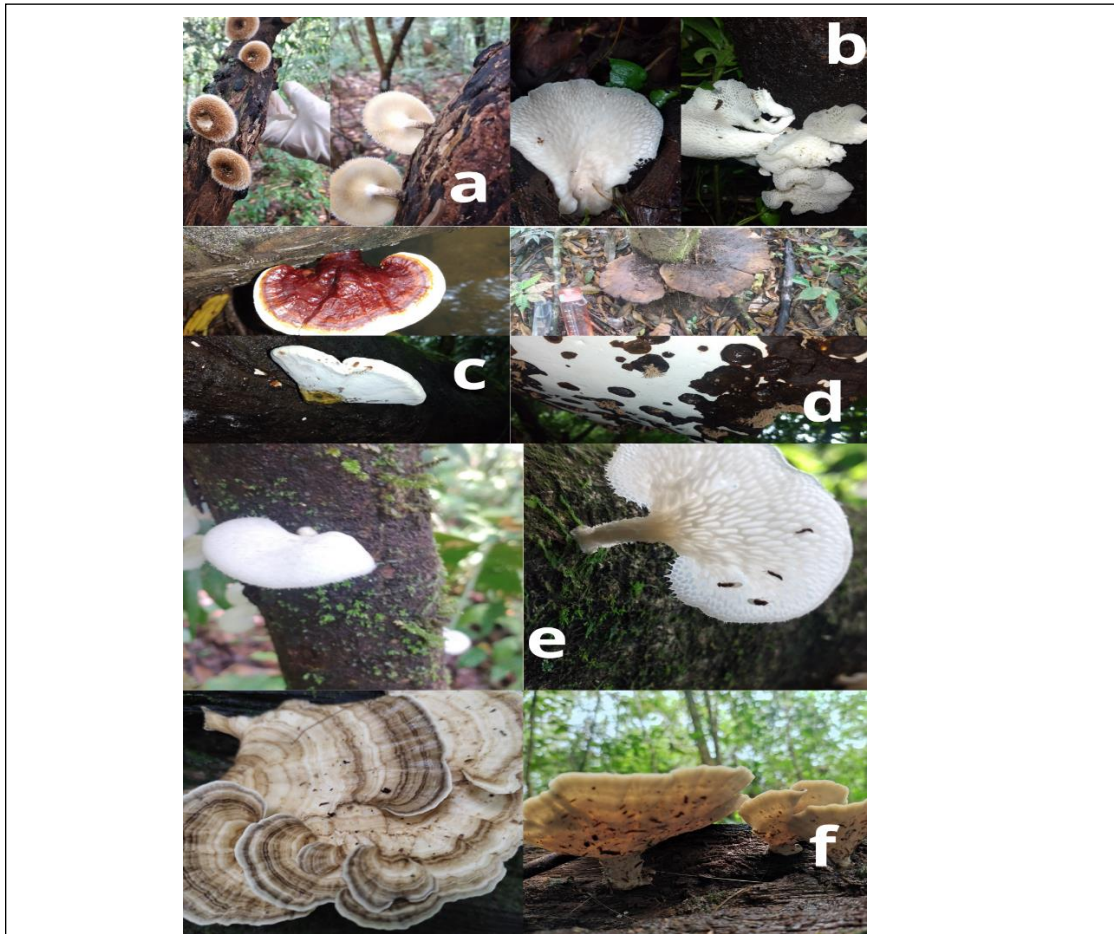


Figura 12. Principales Hongos de la Estación Biológica Jujuná, Chiguirí Arriba

- a) *Lentinus crinitus* (Polyporaceae)
- b) *Polyporus tenuiculus* (Polyporaceae)
- c) *Ganoderma lucidum* (Ganodermataceae)
- d) *Ganoderma sp* (Ganodermataceae)
- e) *Favolus tenuiculus* (Polyporaceae)
- f) *Microporus xanthopus* (Polyporaceae)

En la Figura 12, se muestran especímenes de hongos, donde, sobre todo, se mostró preferencia por parte de insectos que llegaban a alimentarse o a refugiarse.

### **Diversidad de Especies**

La diversidad de especies se refiere a la variedad de organismos que habitan en un área determinada. Existen diferentes tipos de diversidad (*Diversidad de especies*, s. f.), como:

**Diversidad Alfa:** es la diversidad dentro de un área o un ecosistema en particular. Se mide como el número de especies presentes en ese ecosistema.

**Diversidad Beta:** se refiere a la comparación de diversidad entre ecosistemas. Se mide como la cantidad de especies que cambian en diferentes ecosistemas.

**Diversidad Gamma:** se refiere a la diversidad global para los diferentes ecosistemas dentro de una región. Se mide como el número total de especies de una región.

En cuanto a medir la diversidad de especies, los índices de Shannon-wiener y Simpson son importantes para que la medición de la biodiversidad sea relevante y de esta forma, se sabrá cómo cambian las comunidades biológicas y así, proteger la biodiversidad.

El Índice de Diversidad de Shannon (H) mostró valores de (2.155, 2.374, 2.058) en los diferentes transectos (Tabla 3); el Índice de Diversidad del T2 fue el más alto, mientras que el del T3, la diversidad de insectos era menor.

El Índice de Simpson (D) mide la dominancia y riqueza; tuvo valores en el transecto 2 (0.8887); en el transecto 1 (0.8704) y el transecto 3 (0.8521). El transecto 1 y 2 mostraron menos valores en dominancia, no obstante, la diversidad de insectos es mayor a la del T3, considerado con más dominancia.

**Tabla 3.** Índices de Diversidad de Shannon (H) y Simpson (D) en tres transectos de la Estación Biológica de Jujuná, Chiguirí, Arriba, Coclé, Panamá.

Índices de Diversidad	T1 Plantación de Bambú	T2 Bosques Galería Intervenciones	T3 Parte de alta Estación
<b>Dominancia</b>	0.1296	0.1113	0.1479
<b>D (Simpson)</b>	0.8704	0.8887	0.8521
<b>H (Shannon)</b>	2.155	2.374	2.058

## Conclusiones

- ◆ Se identificó un total de 70 individuos de insectos clasificados en adultos, larvas y pupas, distribuidos en 16 Familias, encontrados en 33 especies de Macrohongos. Las Familias más comunes asociadas a Macrohongos identificadas, fueron: Erotylidae (Coleoptera), Drosophilidae (Diptera), Formicidae (Hymenoptera), con mayor diversidad ubicadas en tres transectos; Plantación de Bambú con un (36%) de insectos con un mismo porcentaje de hongos; Bosque de Galería e Intervención con un (46%) de insectos asociados y con un (42%) de Macrohongos; por último, el transecto3 parte alta de la Estación Biológica Jujuná, Chiguirí Arriba con una diversidad desfavorable de un (19%) de insectos asociados y un (21%) de hongos.
- ◆ Se demostró que las Familias Polyporaceae, Ganodermataceae, donde los géneros *Lentinus* y *Ganoderma* presentaron asociación con diferentes especies de insectos en distintos transectos localizados en el área de estudio. Se identificó que la diversidad de insectos asociados fue mayor en el transecto 2, Bosque de Galería, que en los otros dos transectos.

## **Recomendaciones**

A continuación, nuestras Recomendaciones:

- Efectuar los muestreos en horas de la mañana o de la tarde, por la humedad, la cual, juega un rol importante para el crecimiento o aparición de hongos.
- Seleccionar el equipo necesario para la recolección de insectos.
- Etiquetar cada muestra con información detallada sobre la fecha, el lugar de recolección, el tipo de Macrohongo y cualquier otra información relevante.
- Enviar las muestras recolectadas a un laboratorio especializado para su identificación y análisis.
- Se debe tratar a los insectos recolectados con cuidado y preservarlos adecuadamente para su posterior identificación.
- Es obligatorio llevar la ropa adecuada y guantes para la colecta de especímenes.

## Referencias Bibliográficas

- Alexopoulos, CJ, Mims, CW y Blackwell, M. (1996). *Micología Introductoria*. John Wiley & Sons.
- Amat-García, E., Amat-García, G., & Henao-M, L. (2004). *Diversidad Taxonómica y Ecológica de la Entomofauna Micofaga en un bosque altoandino de la cordillera oriental de Colombia*. *Revista de la academia colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales*, 3–22.
- Amat Garcia, E. (2002). *Insectos asociados a Hongos Macromicetos en robledales de la región de Iguaque (villa de leyva-Boyaca-Colombia)* [Tesis de grado]. Pontificia Universidad Javeriana.
- Araújo, J., Fernández, T., & Braga, R. (2018). Biología de Tyrophagus Putrescentiae (Schrank) (Acari: Acaridae) sobre Agaricus bisporus (Lange) Imbach. *Revista Brasileña de Biología*, 78(2), 332-340.
- Benavente, M (2019). *Introducción y Marco Teórico*. Scribd. Obtenido <https://es.scribd.com/document/401956501/INTRODUCCION-y-Marco-Teorico#>
- Birkemoe, T., Jacobsen, R. M., Sverdrup-Thygeson, A., & Biedermann, P. H. W. (2018). *Insect-Fungus Interactions in Dead Wood Systems*. *Saproxyllic Insects*, 377–427. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-75937-1\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-319-75937-1_12)
- Briceño, K. (2020). *Índice de Simpson: Fórmula, Interpretación y Ejemplo*. Lifeder. <https://www.lifeder.com/indice-simpson/>

Carvajal, V. (2022). *Introducción a los Hongos del bosque y su relación con los insectos*.

<https://biologia.epn.edu.ec/index.php/hongos-insectos>

Castillo, L & Navarrete-Heredia, J. (2018). Coleópteros micetobiontes (Insecta: Coleóptera).

*Diversidad de especies*. (s. f.-b). StudySmarter ES.

<https://www.studysmarter.es/resumenes/biologia/genetica-y-evolucion/diversidad-de-especies/>

Dongo, D. (2022). *En la escuela de Termitas a cultivar setas de récord - regalo*. Gift.

<https://www.greatitalianfoodtrade.it/es/innovazione/a-scuola-dalle-termiti-per-coltivare-funghi-da-record/#:~:text=Las%20termitas%20han%20estado%20cultivando,la%20soja%20y%20e1%20pollo.>

Eberhard, W. G. (2019). Wasp manipulates behavior of orb-weaving spider to construct a specialized nest for parasitism. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(33), 16369-16371.

Fernández, F. (2003). *Introducción a las Hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 221-231 p.

González, J.H. (2021). *Gorgojos Guerreros*. Smithsonian Tropical Research Institute.

<https://stri.si.edu/es/noticia/gorgojos-guerreros>

González, P. G. (2020). ¿Qué tipos de interacción entre dos especies existen? *Restauración de Ecosistemas*.

<https://www.restauraciondeecosistemas.com/que-tipos-de-interaccion-entre-dos-especies-existen/>

- González, R. (2013). Insectos y Ácaros de importancia agrícola y cuarentenaria en Chile. Universidad de Chile. <https://doi.org/10.34720/777a-tx69>
- Heredia, G. (2020). La Importancia de los Hongos (Fungí) en los servicios ecosistémicos. *Bioagrociencias*, 13(2). <https://doi.org/10.56369/bac.3575>
- Hibbett, D. S., et al., (2007). A higher-level phylogenetic classification of the Fungí. *Mycological research*, 111(5), 509-547.
- Hughes, D. P., Pierce, N. E., & Boomsma, J. J. (2008). Social insect symbionts: evolution in homeostatic fortresses. *Trends in ecology & evolution*, 23(12), 672-677.
- Jevgeni, J. (2012). *Fungal hosts of mycetophilids (Diptera: Sciaroidea excluding Sciaridae): a review*. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21501203.2012.662533?scroll=top&needAccess=true>
- Kirk, PM, Cannon, PF, Minter, DW y Stalpers, JA. (2008). Diccionario de los hongos. CABI.
- Kuprewicz, E. K., Ulyshen, M. D., & Horn, D. J. (2019). *Bolitotherus cornutus* (Coleoptera: Tenebrionidae) use of fungi for oviposition and as a food source. *The Coleopterists Bulletin*, 73(3), 603-609.
- Lecoq, M., Barret, M. y Castrillo, LA (2017). Ciclo de Vida y Dinámica Poblacional de *Bradysia impatiens* (Diptera: Sciaridae) en compost de hongos. *Revista de Entomología Económica*, 110(6), 2383-2389.



- Lucas, J. (2018). *Los Insectos Ausentes del registro fósil. Investigación y Ciencia*.  
<https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/robots-que-aprenden-como-nios-735/los-insectos-ausentes-del-registro-fsil-16306>
- Meyer, E. J., Gantz, J. D., Munsterman, A. S., & Lodge, D. M. (2018). Fungal feeding by a detritivorous diving beetle. *Journal of insect physiology*, 107, 1-6.
- Micex.es. (2019). *I. Plagas de los Cultivos: clasificación, descripción y daños.* / micex.es. micex.es | Formación y Prevención. <https://www.micex.es/leccion/1-plagas-de-los-cultivos/>
- Mostacero, B & Fredericksen, T.S. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Santa Cruz, Bolivia, 10-12.
- Mueller, G. M., Schmit, J. P., & Leacock, P. R. (2003). Macrofungi: biodiversity, ecology, and role in forest nutrient cycling. In *Biodiversity of fungi* (pp. 167-192). Elsevier.
- Navarrete-Heredia, J.L. (1991). *Análisis Preliminar de los Coleópteros Micetócolos de Basidiomycetes de San José de los Laureles, Mor., México*, en J.L. Navarrete-Heredia, y G.A. Quiroz-Rocha (eds.), *Memorias del I Simposio Nacional sobre la Interacción Insecto Hongo*, Sociedad Mexicana de Entomología, Veracruz, México, pp. 115-149
- Orellana, K. S. (2014). *Efecto de la Conformación del Paisaje en los grupos funcionales de coleópteros (Insecta: Coleóptera) asociados a macrohongos de la Ecorregión Lachuá, Cobán, Alta Verapaz*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/2036/>.

- Panal, Á. L. (2022). *Las Babosas dispersan las esporas de los hongos*.  
<https://angelleonpanal.com/2022/03/07/las-babosas-dispersan-las-esporas-de-los-hongos/>
- Peris, D., Delclòs, X., & Jordal, B. (2021). *Origin and evolution of fungus farming in wood-boring Coleoptera – a palaeontological perspective*. *Biological Reviews*, 96(6), 2476–2488.  
<https://doi.org/10.1111/brv.12763>
- Reyes Capurro, M. S. (2007). *Asociación Hongos-Insectos xilófagos presentes en muestras de maderas ingresadas en el Laboratorio Regional del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) - Osorno*. Universidad Austral de Chile
- Santos Murgas, A., Montañez, D., & Barria, L. (2017). *El Micófago Scaphidomorphus bosci guérin-méneville, 1841 (coleoptera: erotylidae) y su hongo trichoderma sp. como alimento, provincia de darién, panamá*. *scientia*, 27(2), 87-100. Obtenido de  
<https://revistas.up.ac.pa/index.php/scientia/article/view/70>
- Somarriba, E. (2015). *Diversidad Shannon*. *Catie*, 72-74. Obtenido de  
<https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/6079>
- Toledo, J. (2011). *Inventario de Macrohongos*. *Salva natura*, 3-68. Obtenido de  
<https://docplayer.es/18198845-Inventario-de-macrohongos-area-natural-protégida-parque-del-bicentenario-el-espino-bosque-los-pericos.html>
- Ugalde, J. A. (2002). *Avispas, Abejas y Hormigas: Una introducción a las Familias de los himenópteros* (1a. ed.). Costa Rica: INBio.

- Wilkin, D., & Brainard, J. (2021). *ck-12 Conceptos Biología*. recuperado de <https://flexbooks.ck12.org/cbook/ck12conceptosbiologia/section/8.12/primary/lesson/evo-luci%C3%B3n-de-los-hongos/>
- Wirth, A., et al., (2019). Análisis sobre el crecimiento de Hongos en diferentes revestimientos aplicados a sistemas ligeros. *Revista de ingeniería de construcción*, 34(1), 5-14.  
<https://doi.org/10.4067/s0718-50732019000100005>
- Zubaran, G. (2020). HONGOS·AR - Hongos de Argentina. <https://hongos.ar/que-hacemos/notas/hongos-e-insectos>
- Zúñiga, A. Z., & Colli Mull, J. G. (2017). *Diversidad de Hongos asociados a Insectos en primavera y verano en charco azul, xichú, parte de la sierra gorda de Guanajuato*. Jóvenes en la ciencia. Obtenido de <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/866>