

**ARTRÓPODOS ASOCIADOS AL DOSEL DE UN BOSQUE ALTO ANDINO,
VEREDA EL COFRE, TOTORÓ, CAUCA, COLOMBIA**



JORGE MARIO BECOCHE MOSQUERA

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2015**

**ARTRÓPODOS ASOCIADOS AL DOSEL DE UN BOSQUE ALTO ANDINO,
VEREDA EL COFRE, TOTORÓ, CAUCA, COLOMBIA**



JORGE MARIO BECOCHE MOSQUERA

Trabajo de grado como requisito parcial para optar al título de
Biólogo

Directora

GISELLE ZAMBRANO GONZÁLEZ MSc.

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2015**

Nota de aceptación:

Ana María Bastidas Urrutia B.Sc.

Camilo Ernesto Andrade Sossa (c) PhD

Giselle Zambrano González M.Sc.
Directora

Fecha de sustentación: Popayán, 27 Marzo de 2015

RESUMEN

Se evaluó la composición de los artrópodos en el dosel de un bosque alto andino en la vereda el Cofre, Totoró, Cauca. El bosque se encuentra en un estadio sucesional secundario temprano, en una franja altitudinal que va desde los 2900 hasta los 3300 m.s.n.m. Las colectas se hicieron durante el periodo comprendido entre diciembre de 2013 y junio de 2014. Se implementaron siete técnicas de muestreo en cinco especies vegetales con diez replicas cada una, estas fueron: trampa malaise, de caída, de luz blanca y luz oscura, Van someren Rydon, muestreo de musgo, liquen y colecta manual que se hizo por separado en bromelia, tronco y follaje. Se colectaron 42243 individuos agrupados en 24 órdenes, 155 familias y 366 morfoespecies. Los órdenes con mayor abundancia y riqueza de familias fueron Diptera (30493 / 33), Acari (2601 / 6), Coleoptera (2035 / 33) e Hymenoptera (1878 / 18). En cuanto a las familias se encontró que las de mayor abundancia y riqueza de morfoespecies fueron Sarcophagidae (11985 / 6), Anthomyiidae (3866 / 1), Phoridae (3700 / 4), Curculionidae (155 / 28), Carabidae (150 / 10) y Cicadellidae (45 / 8). El microhábitat con mayor abundancia y riqueza de familias fue el follaje para las cinco especies arbóreas. La estructura de la comunidad y la composición de familias de artrópodos en los microhábitats fueron bajas en similaridad para los microhábitats en las cinco especies vegetales. Por ultimo no se halló efecto de la densidad o el volumen de copa sobre la abundancia de familias del microhábitat follaje del dosel de este bosque.

Palabras clave: Alto andino, Totoró, riqueza, familias de artrópodos, dosel.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por su infinita sabiduría. A mi madre y mi padre por su ejemplo de perseverancia y apoyo incondicional. Mis hermanos y familiares por su consejo y apoyo.

A Diomar por su incansable apoyo, grata compañía, consejo e inspiración.

A la profe Giselle por sus consejos, dirección del trabajo y su agradable amistad.

Al profe German por su colaboración, enseñanzas, anécdotas y su agradable amistad.

Al profe Giovanni quien hizo posible la realización del trabajo en su futura reserva.

Al Doctor Carlos Prieto (Universidad del Atlántico), Doctor Víctor González Betancourt (Southwestern Oklahoma State University) y Magister Alexander Sabogal (Universidad Nacional de Colombia) por su apoyo en el planteamiento del trabajo.

Al Doctor Yves Basset (STRI) y la doctora Gabriela Castaño Meneses (UNAM) por sus sugerencias y correcciones al trabajo.

A la fundaciones Rufford Small Grants e Idea Wild que financiaron este proyecto.

A los profesores Diego Macías, Bernardo Ramírez, María Patricia Torres y muchos otros por sus consejos y apoyo en la realización del trabajo.

A Camilo Andrade Sossa, Catalina Fernández y Ana María Bastidas por sus sugerencias al evaluar el proyecto.

A Jhoy y Lucho por su apoyo en campo, mil gracias. Y a todos mis amigos y amigas que me han apoyado y han sido parte de mi formación como una persona íntegra y de buen actuar.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	2
AGRADECIMIENTOS	2
1 INTRODUCCIÓN.....	7
2 JUSTIFICACIÓN.....	9
3 OBJETIVOS.....	10
3.1 OBJETIVO GENERAL	10
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
4 MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES.....	11
4.1 El dosel de los bosques tropicales	11
4.2 Avances en los estudios del dosel	13
4.3 Diversidad de organismos de dosel	14
4.4 Los artrópodos del dosel	14
4.5 Futuras direcciones	16
4.6 Antecedentes	17
5 METODOLOGÍA.....	19
5.1 Área de estudio	19
5.2 Métodos de muestreo.....	20
5.3 Análisis de resultados	26
6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
6.1 Evaluación de la eficiencia de muestreo	28
6.2 Riqueza de familias de artrópodos del dosel.....	29
6.3 Análisis de similitud con las familias de artrópodos.....	39
6.4 Análisis de regresión simple.....	44
7 CONCLUSIONES	46
8 RECOMENDACIONES.....	48
9 BIBLIOGRAFÍA.....	49
10 ANEXOS.....	53

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Metodologías de acceso al dosel, tipos de organismos y áreas de búsqueda. Tomada de Lowman (2001).....	13
Figura 2. Áreas mejor estudiadas sobre artrópodos de dosel a nivel mundial. Tomada de Basset (2001).....	15
Figura 3. Abundancia de artrópodos en el dosel.	16
Figura 4. Órdenes de artrópodos herbívoros. Tomada de Rinker y Lowman (2004).....	16
Figura 5. Ubicación de la vereda el Cofre, Totoró, Cauca Tomada de IGAC (2013).....	20
Figura 6. Especies vegetales más abundantes de la zona de estudio. (A. <i>Freziera canescens</i> ; B. <i>Ilex pernervata</i> ; C. <i>Persea mutisii</i> ; D. <i>Weinmannia mariquitae</i> y E. <i>Podocarpus oleifolius</i> . (Fuente propia).....	22
Figura 7. Técnicas de muestreo implementadas para la captura de artrópodos.	26
Figura 8. Familias más abundantes y raras colectadas en el dosel.	31
Figura 9. Familias con mayor número de morfoespecies.	32
Figura 10. Porcentaje de abundancia y morfoespecies de familias.....	33
Figura 11. Algunas familias colectadas con diferentes técnicas de muestreo (A. Membracidae; B. Linyphiidae y C. Thripidae). (Fuente propia).	35
Figura 12. Algunas familias capturadas en trampas cebadas (A. Bibionidae y B. Anisopodidae). (Fuente propia).....	36
Figura 13. Dendrogramas de similitud con base en los valores del índice Jaccard para los microhábitats por cada especie arbórea.	40
Figura 14. Dendrograma de similitud con base en los valores del índice Jaccard para los microhábitats entre especies arbóreas.	41
Figura 15. Dendrograma de similitud con base en el valor del índice Bray-curtis para los microhábitats por cada especie arbórea.....	43
Figura 16. Análisis de regresión simple Abundancia-Volumen.....	44
Figura 17. Análisis de regresión simple Abundancia- Densidad.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especies vegetales dominantes y frecuentes del estrato arbóreo inferior de un bosque alto andino, vereda el Cofre, Totoró.	21
Tabla 2. Tipos de colectas que se emplearon en la recolección de artrópodos.	22
Tabla 3. Representatividad de los métodos de colecta.	28
Tabla 4. Lista de ordenes colectados en el dosel de un bosque alto andino en Totoró.....	30
Tabla 5. Riqueza de familias de artrópodos en cada microhábitat del dosel....	33
Tabla 6. Comparación de microhábitats por método de colecta entre especies vegetales.....	34
Tabla 7. Promedio de riqueza de familias en cada microhábitat por especie vegetal.....	37
Tabla 8. ANOVA para los análisis de regresión simple.	45

1 INTRODUCCIÓN

El bosque alto andino es caracterizado por la gran riqueza de especies. Su diversidad está estrechamente relacionada con la localidad geográfica y la expresión de factores como el clima, el suelo, la inclinación, la exposición y la influencia antropogénica (Rangel-Ch., 2000). En estos la variedad de formas físicas y biológicas promueven la abundancia de diferentes estratos (Cuatrecasas, 1958). Uno de los estratos más importantes y menos comprendidos hasta el momento es el dosel, que incluye al tronco principal, ramas pequeñas y hojas que enfrentan el sol y que le dan su forma particular. Se constituye a partir de la primera ramificación del árbol hasta la copa del mismo y su distancia varía según la zona de vida en la que se encuentre. El dosel del bosque alto andino, posee una valiosa diversidad de organismos y se ha denominado “la última frontera biótica” (Erwin, 1983). Además, cumple con funciones de vital importancia como la intercepción de la precipitación, la absorción de la luz, de gases y la provisión de hábitats para la vida silvestre. Asimismo, puede modificar los valores medios de temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, luz, sonido y turbulencia (Erwin, 2001; Lowman y Wittman, 1996; Nadkarni *et al.*, 2004) Recientes estudios han mostrado que más del 90% de la fotosíntesis se lleva a cabo en tan solo el 20% de las coronas de los árboles, lo cual permite que del carbono orgánico total se fije más del 60% y se almacene en los bosques (Didham y Fagan, 2004).

La complejidad del dosel de los bosques permite que actúe como un reservorio de la diversidad de artrópodos. Se ha estimado que pueden haber hasta 6.1 millones de especies en el mundo (Basset *et al.*, 2012) y de ellos gran parte interactuando con los microhábitats específicos que ofrece el dosel. Este número se da gracias al uso de diversos recursos en el dosel por parte de la artrópofauna, como tipos de alimento, sitios de anidación, rutas de tránsito o escondites (Erwin, 2001). La residencia permanente o temporal de estos organismos en el dosel permite que se utilicen los diferentes microhábitats disponibles. La matriz de sustratos que puede ser física, química, seca, húmeda, expuesto o no (follaje, acumulaciones de musgo, liquen y hojarasca, epifitas, corteza, lianas y bejucos asociados) influye drásticamente en la sobrevivencia de los artrópodos (Benavides y Flórez, 2004; Erwin, 2001).

Se tuvo como objeto la caracterización artrópofauna residente en el dosel de un bosque alto andino, con el fin de responder a la pregunta ¿Cuál es la composición y distribución de las familias de artrópodos en las especies vegetales más abundantes y microhábitats presentes en el dosel de un Bosque Alto Andino, Vereda el Cofre, Totoró, Cauca, Colombia?

2 JUSTIFICACIÓN

El dosel de los bosques andinos es hábitat de un gran número de especies, pero diferentes procesos afectan significativamente su integridad y amenazan con desaparecer los últimos relictos de este tipo de ecosistema que se conservan en el país (Rangel-Ch., 2000). Los artrópodos constituyen el mayor porcentaje de especies debido a que hacen uso de cada uno de los microhábitats que éste sistema biótico presenta (Stork *et al.*, 1996). Los estudios en dosel se distribuyen mayoritariamente hacia la región central del continente americano y hacia la región amazónica. Ecosistemas como bosque andino, sub-andino y seco tropical han sido poco estudiados (Basset, 2001). Aunque su estudio se han intensificado las últimas tres décadas, todavía quedan muchos vacíos de información.

Este trabajo contribuye al conocimiento de la composición y distribución de artrópodos de dosel en un bosque alto andino hacia el Sur occidente de Colombia, sobre la cordillera central. Se hace un aporte en ampliar el registro de estos estudios y conocer la variedad de ecosistemas que presenta el país y se reafirma la necesidad de investigar la asociación que tienen los artrópodos con el dosel de los bosques tropicales para futuras investigaciones ecológicas y de importancia biológica, que permitan construir y trabajar por la conservación, debido a las diferentes presiones que se presentan en cuanto a la pérdida de área por deforestación o cambio en el uso del suelo, que amenazan la integridad de los ecosistemas.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar la artropodofauna residente en el dosel de un bosque alto andino, Vereda el Cofre, Totoró, Cauca, Colombia.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la riqueza artrópodos de dosel en las especies vegetales más abundantes y diferentes microhábitats que estos ofrecen.
- Determinar la similitud en la composición que tienen las familias de artrópodos de dosel entre cada microhábitat por especie vegetal.
- Calcular la relación de la abundancia de familias de artrópodos del microhábitat follaje con atributos dasométricos (volumen-densidad) de las copas estudiadas.

4 MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

4.1 El dosel de los bosques tropicales

En el planeta Tierra el dosel de los bosques tropicales cumple varias funciones que son importantes en el funcionamiento de un ecosistema. Es el centro neurálgico en producción de fotosíntesis que mantiene los bosques vivos. El almacenamiento de la materia orgánica en los bosques tropicales se estima en 787 billones de toneladas (calculada a partir de las áreas de bosques tropicales en las 6 zonas de vida, tropicales y subtropicales), donde la vegetación aporta el mayor porcentaje con más del 58%, los suelos con 41% y la hojarasca con 1%. En los bosques tropicales se almacena el 46% del carbono orgánico total. Además, contribuyen en el 90% del flujo anual de carbono entre la atmósfera y el suelo (Brown y Lugo, 1982).

En el ciclo de nutrientes, el dosel participa en la retención de algunos iones como P, Mg, K y Ca, pero especialmente de nitrógeno (N). Además, es fuente clave de “materia muerta” para el funcionamiento de los ecosistemas (Prescott, 2002). Procesos eco-fisiológicos como moderar las tasas de transpiración y otros componentes como el CO₂, que son cruciales en la climatología regional, son funciones del dosel. Diversos estudios sugieren que el dosel mitiga el ritmo de aumento de la concentración de CO₂ generado por el hombre. Por lo tanto, el dosel funciona como el sustrato, tampón y catalizador de las interacciones entre el suelo y la atmósfera. William Beebe hacia 1919 define la interface entre el suelo y la atmósfera como otro continente que está por descubrir (Didham y Fagan, 2004), que desafortunadamente puede alterar gravemente su equilibrio por los procesos de deforestación que ocurren en el planeta.

Igualmente la última frontera biótica (Erwin, 1983), se define simplemente como la capa superior de la vegetación, que es un subsistema de estructura compleja el cual incluye todo el follaje, las ramas, los intersticios, la transferencia de energía y las interacciones planta-animal (Nadkarni *et al.*, 2004). A pesar de los diversos estudios realizados sobre el dosel de los bosques desde la década de los 70, que han descubierto un gran número de insectos y que contribuyen al conocimiento de las aves, reptiles, anfibios y mamíferos en su hábitat natural,

el vacío de información es amplio, en comparación con las extensas formaciones de dosel en el planeta.

Hay una relación directa e indirecta de la biota con la gran variedad de microambientes. Los artrópodos de dosel contribuyen inmensamente a la biodiversidad mundial. Estos pueden llegar a afectar la tasa de productividad de la fotosíntesis, el intercambio gaseoso del carbono, el crecimiento de un nuevo follaje y el crecimiento del tallo, es decir influyen en su mantenimiento, estructura y producción forestal (Didham y Fagan, 2004). Un ejemplo de ello es la polinización, que asegura el suministro continuo de semillas para la reforestación. Igualmente, factores abióticos como la temperatura y humedad relativa, se ven influenciados al cambio en distancias muy cortas (1-100 cm) y actúa directamente en la distribución y fenología de las especies (Russell-Smith y Stork, 1994). Cuando el dosel de los bosques se ve perturbado por procesos de deforestación puede afectar significativamente la influencia amortiguadora y el microclima generado por la caída de hojarasca al suelo, producida por el cambio en la fenología y fisiología de las especies arbóreas (Didham y Fagan, 2004; Parker, 1995). Estas perturbaciones también se pueden generar en medio del dinamismo y función de la estructura del dosel, causando cambios drásticos en una gran variedad de escalas de tiempo (Nadkarni *et al.*, 2004)

El desarrollo de técnicas de seguridad y metodologías de investigación como análisis de la terminología (Moffett, 2000), redes y plataformas (Mitchell, 2001), han contribuido al aumento de la base de datos, así como el intercambio de información entre científicos y el uso de enfoques experimentales para la investigación. También se ha tenido en cuenta que los estudios sobre el dosel ayudan a comprender problemas ambientales, como el cambio climático, mantenimiento de la biodiversidad y gestión sostenible de los bosques (Nadkarni *et al.*, 2004). Igualmente, los conservacionistas e investigadores del dosel tienen como reto valorar económicamente este ecosistema, un trabajo casi imposible por la cantidad de beneficios que ofrece. Diversos autores propusieron separar estos beneficios en cuatro grandes categorías: servicios ambientales, beneficios económicos, importancia estética y valores éticos. Acciones como mejorar la integridad de las cuencas, proporción de medicinas,

recreación y sentido de preservación de las especies, son las que pertenecen a cada una de estas categorías, respectivamente (Lowman y Rinker, 2004; Nadkarni *et al.*, 2004).

4.2 Avances en los estudios del dosel

Aunque el desarrollo de metodologías de investigación sobre la copa de los árboles ha incrementado con el pasar del tiempo, también han surgido una serie de limitaciones espaciales y temporales. Las más corrientes son el uso diferencial del dosel por la gran diversidad de organismos debido a la alta heterogeneidad de las superficies, variación en el microclima y diferencias en las edades de las copas (Lowman y Rinker, 2004). Si bien surgen estas restricciones, los investigadores de este campo siguen en la constante tarea de descubrir el mundo desconocido de plantas, insectos, aves, reptiles, mamíferos y todas sus interacciones. Esto por medio de la elaboración de técnicas innovadoras y creativas que facilitan el acceso al dosel de los árboles (Figura 1). Los estudios muestran que los organismos residentes del dosel son importantes para la salud del ecosistema y además, son fuente de medicamentos, alimentos y materiales (Lowman, 2001; Seasted y Crossley, 1984).

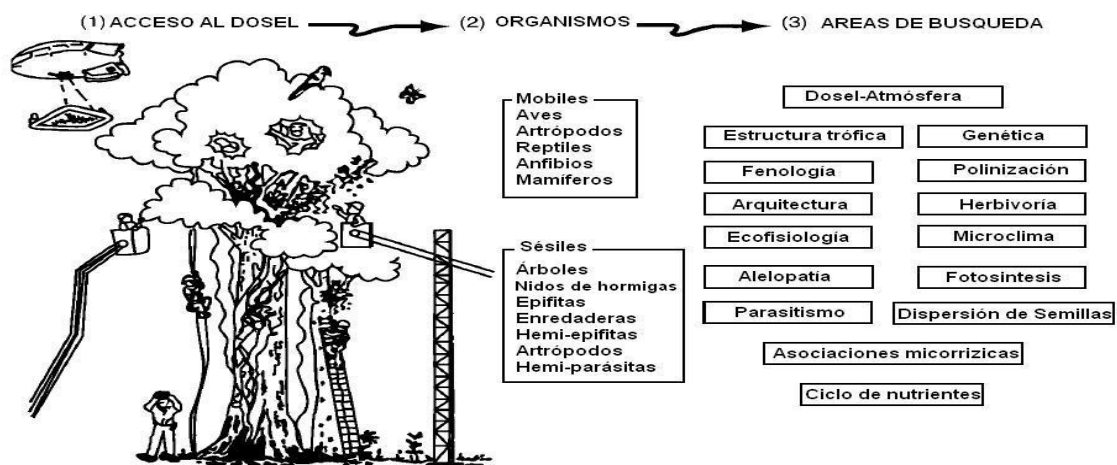


Figura 1. Metodologías de acceso al dosel, tipos de organismos y áreas de búsqueda. Tomada de Lowman (2001).

Se resalta la importancia de las funciones ecosistémicas que cumple el dosel, ya que son esenciales para la vida. Descubrimientos como la tasa de

fotosíntesis, el ciclo de nutrientes y el intercambio de dióxido de carbono, son fundamentales en el ecosistema. Al igual que las interacciones que se tienen con epífitas, epífilos y fauna. Realizar este tipo de estudios ha permitido visualizar el obstáculo más grande que se tiene, el cual es el acceso a las copas (Lowman y Rinker, 2004). Una combinación de métodos de acceso como la técnica de cuerda simple, globos de aire caliente, pasillos y grúas son los que han permitido cuantificar la herbívora y las interacciones planta-artrópodo (Lowman, 1995). Las medidas de complejidad estructural del bosque muestran la heterogeneidad del mismo por la variedad de microhábitats y microclimas que aumenta la biodiversidad de organismos (Carey *et al.*, 1999; Klopfer y MacArthur, 1960).

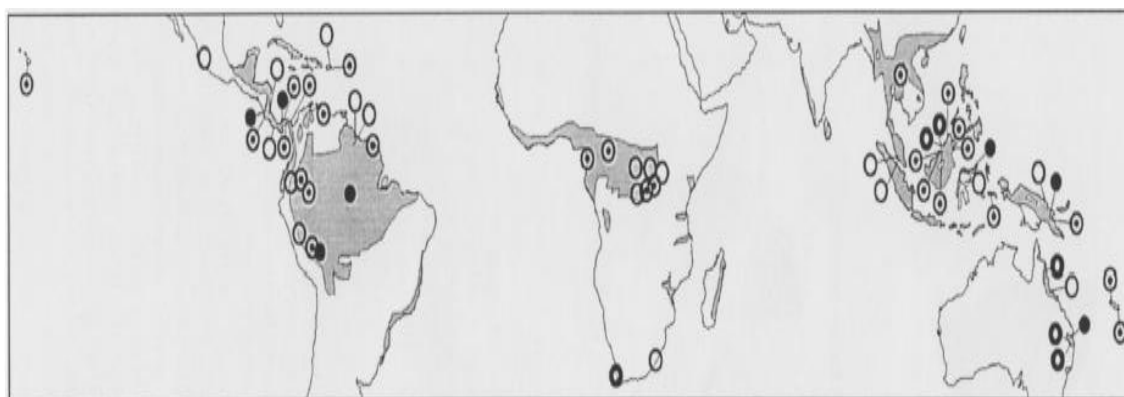
4.3 Diversidad de organismos de dosel

La complejidad estructural del dosel de los bosques contribuye a la variedad de organismos incluidas las plantas del sotobosque (North *et al.*, 1996), epífitas, aves (MacArthur y MacArthur, 1961), pequeños mamíferos (Emmons *et al.*, 1995), artrópodos (Ozanne *et al.*, 1996) y microorganismos (Ishii *et al.*, 2003). La matriz de sustratos del dosel es usada por solo el 1% de las especies que visitan y anidan en él, como mamíferos, reptiles, anfibios y aves; de estas especies vertebradas el 50% son estrictamente insectívoras (Stork *et al.*, 1996). También usan el dosel para anidar, transportarse o esconderse. Lastimosamente la diversidad de nemátodos, moluscos y muchos otros organismos del dosel no ha sido cuantificada (Erwin, 2001).

4.4 Los artrópodos del dosel

En cuanto a los artrópodos algunos autores indican que se pueden encontrar hasta 30 millones de especies y no una estimación previa de 1 a 1.5 millones en los bosques del planeta (Erwin, 1982). Stork *et al.* (1996) fueron más ambiciosos al sugerir que podría haber 80 millones de especies en el planeta. Pero estimaciones más recientes han calculado que pueden haber hasta 6.1 millones de especies en el mundo (Basset *et al.*, 2012). Se han realizado numerosos estudios que muestran la gran diversidad de artrópodos de dosel

muchos de los cuales eran desconocidos para la ciencia (Wade, 2005). Las áreas mejor estudiadas donde hubo recolección masiva de artrópodos de dosel corresponden a Panamá, Costa Rica, Manaus y Sulawesi (Basset, 2001) (Figura 2).

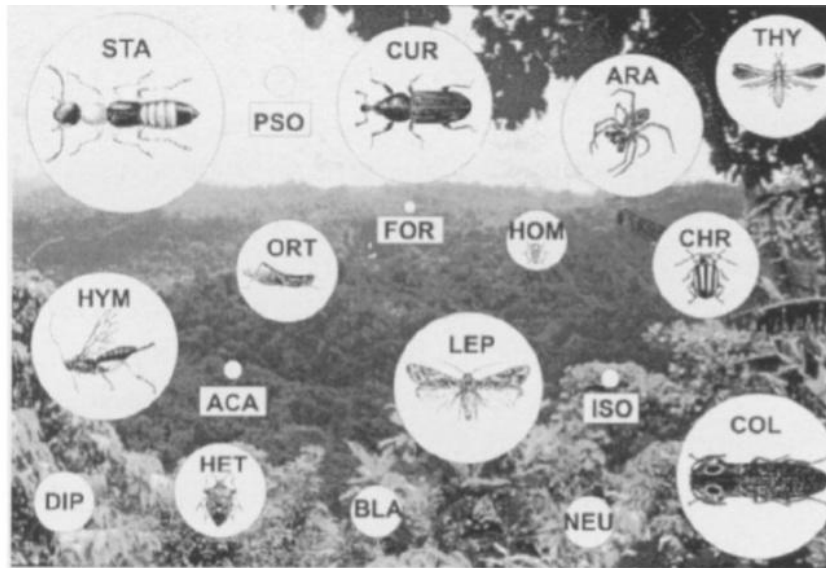


○ = 1 publication, ⊙ = 2-5 publications, ⊖ = 6-10 publications, ● => 10 publications.

Figura 2. Áreas mejor estudiadas sobre artrópodos de dosel a nivel mundial. Tomada de Basset (2001).

Las hormigas establecen en el dosel el mayor número de individuos y biomasa, seguidas de coleópteros y dípteros, aunque pueden haber imprecisiones en las medidas de los pesos del cuerpo del invertebrado (Basset, 2001; Erwin, 1983). Erwin (1983) encontró en un estudio sobre un dosel de bosque tropical en el Ecuador, un estimado de 100.000 especies de artrópodos por hectárea. Esta alta diversidad también se puede atribuir a que estos se encuentran en tránsito por hospedaje y alimento. Con frecuencia gran parte de los artrópodos se reproducen en la fuente de alimento y posteriormente se esconden o entran en un periodo de reposo.

Los estudios actuales sobre invertebrados sugieren que los taxones que más abundan en el dosel son Hymenoptera (en su mayoría representada por Formicidae), Díptera, Coleóptera (en particular Staphylinidae, Curculionidae y Chrysomelidae), Hemíptera, Lepidoptera y Aranae (Basset, 2001) (Figura 3). Muchos de estos artrópodos son fitófagos en el dosel y contribuyen a aumentar considerablemente los nutrientes del suelo (Figura 4). Esto se da por medio de la lixiviación de sus excrementos los cuales aportan carbono, nitrógeno y fósforo (Rinker y Lowman, 2004).



El tamaño de los círculos es proporcional a la abundancia de cada taxa: STA: Sataphylinidae; COL: Otros Coleoptera; CUR: Curculionidae; LEP: Lepidoptera; HYM: Hymenoptera; ARA: Aranae; THY: Thysanoptera; CHR: Chrysomelidae; ORT: Orthoptera; HET: Heteroptera; DIP: Diptera; HOM: Homoptera; NEU: Neuroptera; BLA: Blattodea; PSO: Psocoptera; ISO: Isoptera; ACA: Acari; FOR; Formicidae. Tomada de Basset (2001).

Figura 3. Abundancia de artrópodos en el dosel.

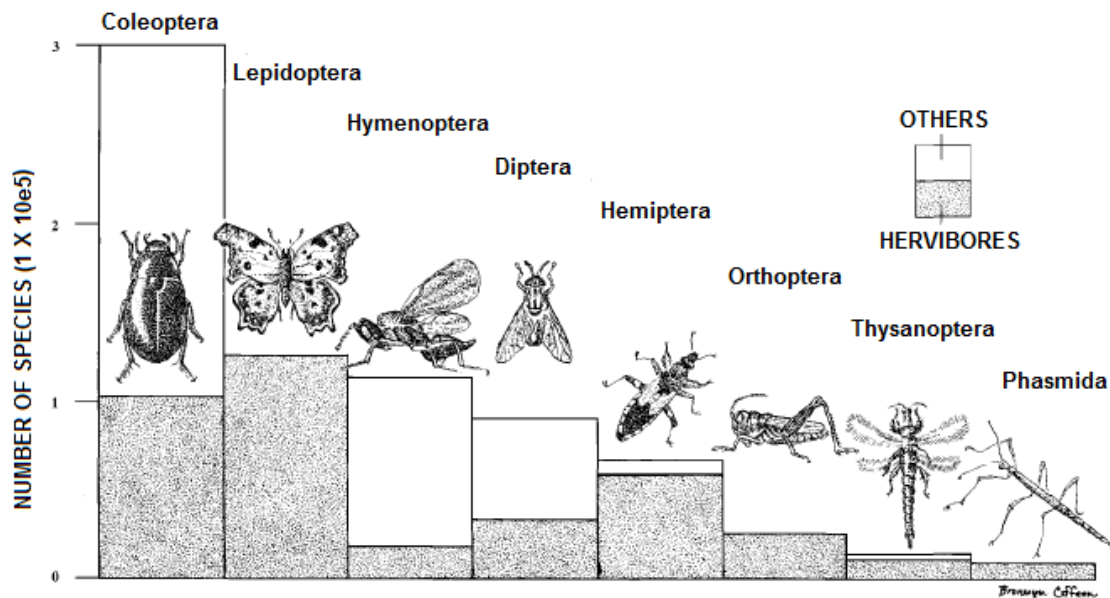


Figura 4. Órdenes de artrópodos herbívoros. Tomada de Rinker y Lowman (2004).

4.5 Futuras direcciones

Es necesario priorizar algunos campos dentro de la investigación de artrópodos de dosel para que el trabajo de conocer su diversidad y ecología sea mucho

más eficiente (Nadkarni *et al.*, 2004), se tendrá que investigar con una mayor complejidad como intensidad lumínica, altura sobre el nivel del mar y estacionalidad. Los científicos de dosel tienen como reto clasificar la biodiversidad y ecología de dosel antes de la fragmentación del hábitat (Lowman, 2001). Es importante tratar de abordar las relaciones entre el dosel y el suelo del bosque a una mayor profundidad. La información obtenida por medio de estudios de dosel, se convierte en una herramienta importante para la gestión sostenible y conservación de los recursos bióticos del mundo (Lowman y Wittman, 1996).

4.6 Antecedentes

A nivel internacional las investigaciones sobre artrópodos de dosel en los bosques de la región tropical se ha intensificado en las últimas tres décadas. Por orden cronológico es importante mencionar a Erwin, (1982) que en su artículo “Tropical Forests: Their Richness in Coleoptera and Other Arthropod Species”, hizo una estimación de aproximadamente 30 millones de artrópodos residentes en los bosques. En 1983 publicó “Tropical forest canopies: The last frontier biotic” donde señaló que este nuevo continente alberga una biota potencial distribuida en diferentes gremios tróficos y que aún no ha sido descubierta. Erwin (1990) contribuyó también con sus publicaciones “Canopy Arthropod biodiversity: a chronology of sampling techniques and results” y “Forest canopies, animal diversity” (Erwin, 2001), donde indica la efectividad de las técnicas de muestreo de artrópodos en el dosel y cuál ha sido la diversidad encontrada en cuanto a invertebrados y vertebrados de dosel. Posteriormente, en 1996, Stork *et al.*, publicaron el libro titulado “Canopy arthropods” donde profundizan en las metodologías de uso común para la colecta de artrópodos, la estructura general de la comunidad de artrópodos de dosel que incluye relaciones de tamaño y abundancia, estructuras gremiales, medidas de dominancia, uniformidad, riqueza y los niveles de endemismo. Por último, Basset *et al.*, (2003), elaboraron el libro “Arthropods of tropical forests: spatio-temporal dynamics and resource use in the canopy”. Tras años de investigación, plasmaron los temas actuales en la investigación de artrópodos de dosel, la estratificación vertical en los bosques tropicales, el uso de los

recursos, especificidad del huésped y cuál es la dinámica de estos factores en el espacio y tiempo de los doseles tropicales.

En Colombia, la investigación sobre artrópodos de dosel no ha sido tan extensa. Benavides y Flórez (2004) estudiaron la diversidad de arañas asociadas al dosel de bosque en la Amazonía donde hallaron el 83% de las familias de arañas reportadas para el país. También contribuciones como las de Vanegas *et al* (2012) sobre la estratificación vertical de arañas asociadas a *Quercus humboldtii* y *Clusia* sp. en un bosque alto andino donde se encontraron diferencias en cuanto a la abundancia, la riqueza, la composición, la distribución de sexos y las épocas climáticas, atribuibles a las arquitecturas vegetales y a su estratificación. Gasca e Higuera (2008) publicaron “Artrópodos asociados al dosel de un robledal de *Quercus humboldtii* Bonpl. (Fagaceae) de la reserva bosque Macanal (Bojacá, Colombia)” donde se afirma que la abundancia, distribución y composición de estos organismos en un bosque tropical es elevada. Encontraron 34.46% de collembolos, 13.49% de coleópteros, 12.89% de himenópteros y 10.49% de dípteros. Camero-R *et al.*, (2012) publicaron “Estructura y composición de la comunidad de coleópteros del dosel en bosques alto andinos de Colombia” y hallaron que el efecto del tipo de árbol hospedero es el mayor determinante en la riqueza de la fauna de coleópteros en cualquier época del año. Es importante mencionar que se han realizado estudios de estructura y abundancia de macro-invertebrados asociados al agua que retienen algunas bromelias, muchos de ellos en bosque alto andino (Ospina-Bautista *et al.*, 2004)

5 METODOLOGÍA

5.1 Área de estudio

La vereda el Cofre se encuentra ubicada en el municipio de Totoró y es parte del resguardo indígena del mismo municipio. El municipio con coordenadas geográficas 2°30'N - 76°24'W, colinda por el norte con Cajibío y Silvia, por el este con Inzá, hacia el sur con el área en litigio entre los departamentos de Cauca y Huila, al igual que con Puracé y Popayán y por el oeste con una parte de Popayán y Cajibío (Figura 5). La mayor parte del territorio se caracteriza por ser montañosa donde se puede encontrar topografía que va desde ligera hasta fuertemente ondulada, escarpada y quebrada. Su relieve hace parte de la cordillera central exhibiendo pendientes que varían entre los 3 y 70 grados. Posee alturas desde los 1800 y por encima de 3400 m.s.n.m. La temperatura oscila entre los 8 y 14 °C. El municipio posee una precipitación promedio anual de 2000 mm. Está influenciado por la subcuenca hidrográfica del río Cofre, afluente del río Cauca y a su vez principal fuente de servicios para la población residente. Sus suelos están formados a partir de cenizas volcánicas, las cuales descansan sobre rocas ígneas, andesitas, basaltos y diabasas; caracterizados por estar de bien a moderadamente drenados, presenta procesos erosivos evidentes en algunos sectores provocados por reptación, soliflucción y deslizamientos (Arcos, 2009).

La vereda el Cofre presenta una cobertura vegetal dentro del complejo Guanacas, Puracé, Coconucos correspondiente a Bosque alto andino según Rangel-Ch. (2000), selva andina según la clasificación de Cuatrecasas (1958) y Bosque muy húmedo montano bajo (Bmh-MB/T) según la clasificación de Holdridge (1947). Posee una importante riqueza biótica y ecosistémica, por ser un área de contacto entre las biotas andinas y paramunas. La cuenca hidrográfica del río Cofre y afluente del río Cauca es el principal prestador de servicios ecosistémicos en la zona; se presentan actividades extractivas que elevan significativamente la deforestación y contaminación hídrica (Arcos, 2009).

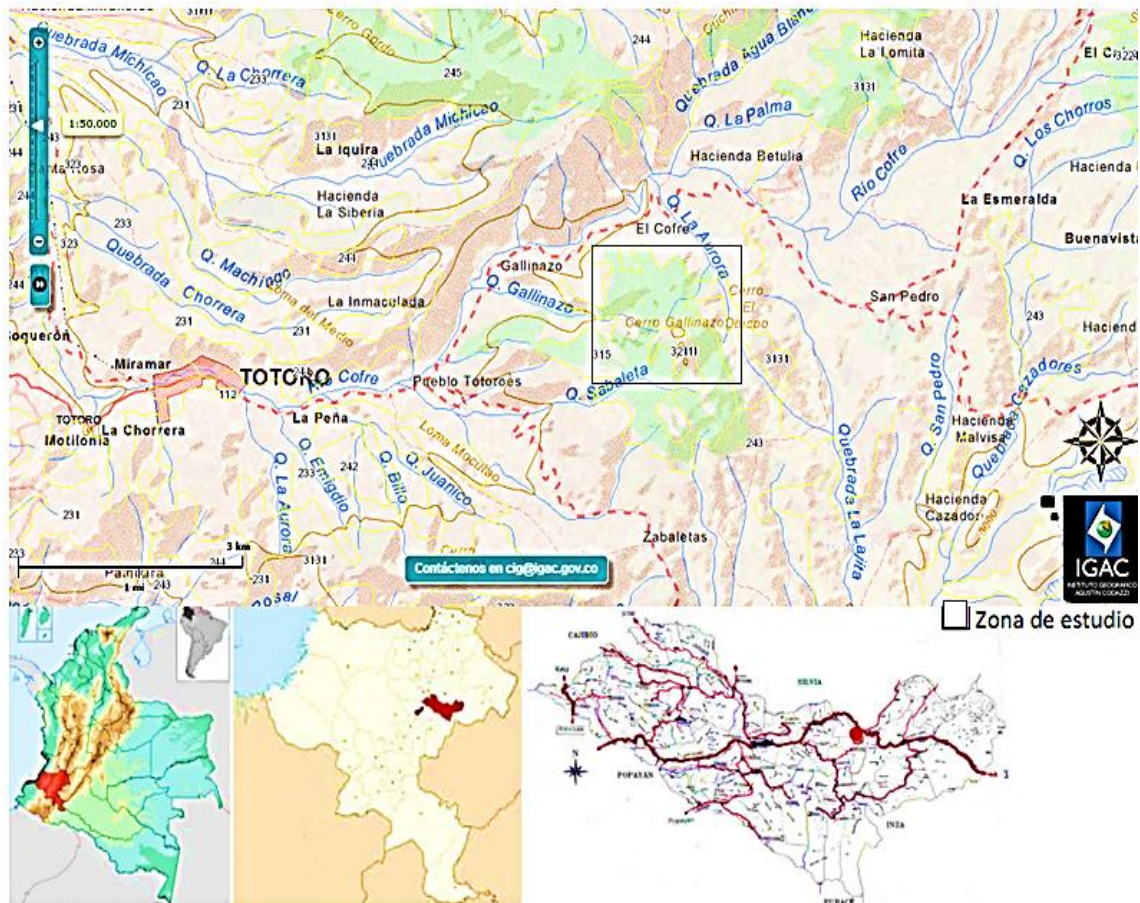


Figura 5. Ubicación de la vereda el Cofre, Totoró, Cauca Tomada de IGAC (2013)

La zona de muestreo se ubica entre 2900 y 3300 m.s.n.m., en el cuadrante con coordenadas $2^{\circ}30'50''N$, $76^{\circ}20'14''W$ y $2^{\circ}31'44''N$, $76^{\circ}21'18''W$. Su área aproximada es de 7 ha. La precipitación promedio anual es de 2000 mm presentándose una estacionalidad climática correspondiente a un estado bimodal, donde la mayor precipitación se presenta en los meses de abril a mayo y la escasas de régimen de lluvias en los meses de noviembre a enero (Martinez, 2011). La zona presenta una humedad relativa entre el 79.3 y 83.1%. La temperatura promedio anual es entre 9 y $13^{\circ}C$. El sitio de trabajo posee una pendiente entre 20 y 70% (Arcos, 2009). El acceso es por la vía que conduce al municipio de Totoró.

5.2 Métodos de muestreo

Se realizaron cinco salidas de campo, una cada treinta días. Las primeras cuatro fueron de trece días efectivos de muestreo cada una. Se distribuyeron

los días de muestreo uniformemente para el montaje, desactivación de trampas y preparación del material para su posterior transporte e identificación en los laboratorios de la Universidad del Cauca. Por último, la quinta salida fue de nueve días para coleccionar las últimas muestras y hacer el desmontaje total de las trampas. Previo a las salidas de campo se realizó una primera salida la cual fue de tres días donde se hizo el reconocimiento de la zona de estudio. Se muestreo bajo un criterio temporal en una estacionalidad climática bimodal (Lluvia-Sequía).

Para el sitio de estudio se reportan 147 especies vegetales como *Oreopanax bogotensis*, *Miconia sp.*, *Viburnum triphyllum*, *Palicourea amethystina*, *Palicourea cf. apicata* y otras de las cuales se escogieron las cinco especies arbóreas mas dominantes y frecuentes de la zona de estudio con el fin de tener la mayor representatividad del bosque (Arcos, 2009) (Tabla 1). Sumado a lo anterior este autor plantea que en el bosque se presentan tres estratos arboreos, pero debido al estado de sucesion secundaria temprana en que se encuentra, la mejor conectividad de dosel se da en el estrato arboreo inferior que va desde los 5 hasta los 11 metros de altura. Se seleccionaron al azar estas especies en el rango de altura que presenta mejor conectividad de copa dentro del bosque y con base en lo anterior se abarcó la mayor representatividad del dosel de este bosque alto andino.

Tabla 1. Especies vegetales dominantes y frecuentes del estrato arbóreo inferior de un bosque alto andino, vereda el Cofre, Totoró.

Familia	Especie	Nombre Común
Theaceae	<i>Freziera canescens</i>	Cerezo de monte (Figura 6A)
Aquifoliaceae	<i>Ilex pernervata</i>	(Figura 6B)
Cunoniaceae	<i>Weinmannia mariquitae</i>	Encenillo (Figura 6D)
Lauraceae	<i>Persea mutisii</i>	Pepo (Figura 6C)
Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i>	(Figura 6E)





Figura 6. Especies vegetales más abundantes de la zona de estudio. (A. *Freziera canescens*; B. *Ilex pernervata*; C. *Persea mutisii*; D. *Weinmannia mariquitae* y E. *Podocarpus oleifolius*. (Fuente propia).

Por cada especie arbórea, se muestrearon diez arboles los cuales son las unidades de muestreo. Se escogieron teniendo en cuenta que tuvieran buena conectividad de copa y características dasométricas similares como el volumen y densidad. El volumen se determinó con la formula: $(\text{AltoDose}l * (2/3)\pi) * ((\text{AnchoDose}l / 2) * (\text{LargoDose}l / 2))$ y la densidad del follaje fue tomada con ayuda de un densiometro (Cancino, 2006). En cada arbol se examinaron cuatro microhábitats correspondientes al follaje, bromelias, troncos en descomposición y musgo-liquen. Para aumentar el esfuerzo del muestreo se instalaron trampas (Tabla 2) conservando el mismo rango de altura (8-10 m.), orientación y distribución equitativa entre las especies arboreas. Se empleó la técnica de cuerda simple para acceder al dosel (Basset *et al.*, 2003).

Tabla 2. Tipos de colectas que se emplearon en la recolección de artrópodos.

Trampas o tipos de colecta	Descripción	Número de trampas y número de individuos muestreados	Tiempo efectivo de muestreo
Trampa aérea de intercepción de vuelo (Malaise) (Figura 7A)	En el dosel se pueden encontrar artrópodos activos en medio del follaje y las ramas. Para capturarlos se empleó una trampa aérea de intercepción de vuelo. La trampa malaise se suspendió en las ramas más altas del dosel. La trampa consiste en cuatro paredes de tela de nylon de color blanco y negro. Se asemeja a una carpa pero con las entradas laterales abiertas y separadas por una pared central. En uno de sus extremos se ubicó un frasco	En total se usaron 25 trampas. Se trabajó en cinco arboles por especie arbórea donde se instaló una trampa por cada árbol, para un total de cinco por especie vegetal. Esta fue cambiada de árbol cada 30 días.	1 trampa por árbol x 5 árboles por especie x 5 especies arbóreas x 30 días por árbol para un total de 750 días

	de plástico colector que contuvo como sustancia letal alcohol al 70% (Gasca y Higuera, 2010). Se usaron para la captura en follaje.		
Colecta con embudo en liquen- musgo (Figura 7F)	Se tomaron muestras de musgo y liquen en el dosel de 3x5 cm. Se colectaron en puntos opuestos de los planos vertical, horizontal y medio. Para coleccionar los artrópodos asociados a este microhábitat cada muestra se colocó dentro de una bolsa hermética y posteriormente se llevaron a embudos Berlesse por un lapso de 48 horas (Gasca y Higuera, 2010).	Se tomaron en total 250 muestras de 3x5 cm, cincuenta por especie y cinco por individuo arbóreo trabajado.	48 h. x muestra x 5 muestras por árbol x 10 árboles de cada especie, para un total de 2400 horas por especie
Trampas de caída (Figura 7C)	Consistió en una botella plástica con una entrada en la mitad y en cuyo interior contuvo cebo (pescado descompuesto) y una sustancia letal (alcohol al 70%). Se instalaron en la parte superior, izquierda, derecha y centro del dosel. Se conservaron la mismas posiciones en todos los arboles (Álvarez <i>et al.</i> , 2006). Se usaron para la captura en follaje.	Se usaron cinco de estas trampas en cada árbol. 250 trampas en total. Se instalaron en puntos opuestos de los planos vertical, horizontal y medio.	30 días efectivos por trampa x cinco trampas en cada árbol x diez arboles de cada especie x cinco especies, para un total de 7500 días.
Trampas de luz blanca y de luz oscura (Figura 7G,7H)	Consistieron en estructuras cilíndricas que capturan a los artrópodos atraídos por luz (Álvarez <i>et al.</i> , 2006). Se usaron de luz oscura y luz blanca, alternando su instalación en los arboles. Para efectos del análisis se trabajó con las trampas por separado. Se usaron para la captura en follaje.	Se usaron 20 trampas de luz oscura y 20 de luz blanca en total. Se instalaron cuatro trampas de luz blanca y cuatro de luz oscura en cuatro arboles por cada especie arbórea.	13 h. cada trampa por árbol x cuatro arboles por cada especie x cinco especies, para un total de 260 horas.
Van Someren-Rydon (Figura 7I)	La estructura fue un tubo cilíndrico recubierto por un velo de color blanco; en la boca inferior se colocó un plato ancho, en donde se adicionó el atrayente para los lepidópteros o dípteros que fue pescado descompuesto (Rydon, 1964). Se usaron para la captura en follaje.	Se ubicaron 20 trampas en total, Se trabajó en cuatro arboles por especie arbórea donde se instaló una trampa por cada árbol.	10 h. cada trampa por árbol x cuatro arboles por especie x cinco especies para un total de 200 horas.

<p>Colecta manual con jama (Figura 7E), colecta y revisión de troncos en estado de descomposición (Figura 7D), colecta y revisión de bromelias de dosel (Figura 7B)</p>	<p>La colecta manual se hizo por separado en tres microhábitats:</p>		
	<p>El primero consistió en usar la jama pasándola varias veces por el follaje para capturar los artrópodos que estuvieron en tránsito. Además se colectaron manualmente todos los artrópodos que fueron visibles y fáciles de capturar (Gasca y Higuera, 2010).</p>	<p>Se usó esta técnica en cada uno de los 50 árboles en los que se trabajó, y se procuró hacer el muestreo a la misma hora.</p>	<p>2 h. por árbol x diez árboles por especie x cinco especies, para un total de 100 horas</p>
	<p>El segundo consistió en coleccionar troncos en estado de descomposición bajo la clasificación hecha por Gasca y Higuera (2010). En esta clasificación el estado 1 es el comienzo de la descomposición donde el tronco aún conserva su dureza y los hongos comienzan la colonización, en el estado 2 la corteza comienza a caerse, el 3 se caracteriza por la presencia de galerías en el interior del tronco, en el estado 4 el sub-cortex y la médula ya se encuentran completamente colonizados y en el estado 5 el tronco está completamente descompuesto. Una vez determinado si el tronco se encontraba en estado de descomposición se colocó dentro de una bolsa plástica para su posterior inspección y colecta de individuos.</p>	<p>En total se muestrearon 50 troncos en descomposición, uno por cada individuo arbóreo para un Total de diez troncos por especie. Se muestrearon en un rango de 20 a 80 cm, en cualquier estado de descomposición, ubicados entre las ramas del dosel.</p>	<p>2 h. por tronco x un tronco por árbol x diez árboles por especie x cinco especies, para un total de 100 horas.</p>
<p>Por último, el tercer microhábitat fueron las fitotelmas de las bromelias que contienen reservas de agua y acumulaciones de hojarasca y materia orgánica en descomposición puede albergar una compleja comunidad de artrópodos (Gasca y Higuera, 2010). En la zona se registraron las denominadas bromelias tanque (<i>Tillandsia fendleri</i>). Se tuvo en cuenta que fueran plantas con</p>	<p>Se colectaron 50 bromelias, una por cada árbol muestreado, para un total de diez bromelias por especie.</p>	<p>7 h. por Bromelia x una bromelia por árbol x diez arboles por especie x cinco especies, para un total de 350 horas.</p>	

	<p>dimensiones similares (Diámetro 30-45 cm) y en un rango de altura determinado (30-40 cm). Además se revisó que no hubiese presencia de larvas de anuros para no afectar su población</p>		
--	---	--	--

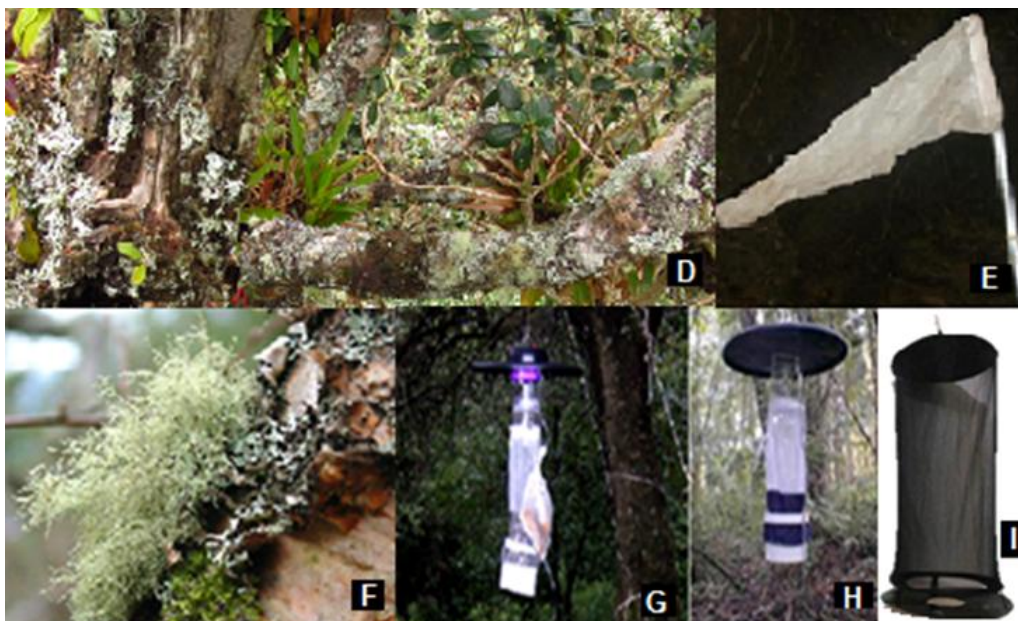


Figura 7. Técnicas de muestreo implementadas para la captura de artrópodos. A. Trampa malaise; B. Bromelia; C Trampa de caída.; D. Revisión de tronco, E Colecta manual, F. musgo y líquen; G. Trampa de luz oscura; H. Trampa de luz blanca; I. Trampa Van Someren-Rydon. (Fuente propia).

La identificación a familia de los artrópodos colectados en cada microhábitat fue apoyada mediante el uso de claves y descripciones de Serna (1996), Borror *et al.*, (1989), Borror y White (1998) y Wolf (2006). Los formícidos se identificaron a género. Se separaron los individuos dentro de cada familia bajo el concepto de morfoespecie que hace referencia a especies identificables de sus congéneres por uno o más rasgos morfológicos únicos. (Beattie y Oliver, 1994). Por último se etiquetó cada muestra priorizando taxón, tipo de microhábitat, hospedero, número de la muestra, localidad, coordenadas geográficas y fecha de la colecta con el fin de depositar en el Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca.

5.3 Análisis de resultados

Las morfoespecies se usaron para hallar la representatividad de los métodos de colecta por microhábitat en cada especie vegetal. Con la riqueza de familias se hicieron los demás cálculos estadísticos usados para el análisis.

En primer lugar se halló la representatividad de cada método de muestreo por microhábitat con ayuda del programa EstimateS 8.0 (Colwell, 2008) y se usaron los estimadores de riqueza más empleados por la literatura (ACE Mean, Chao 1 Mean, MMMeans (1 run)) (Sabogal, 2011). En esta se mostró cómo el número de morfoespecies se acumula en función del número acumulado de muestra. (Álvarez *et al.*, 2006).

Se determinó el promedio de riqueza (número de familias) en cada microhábitat por cada especie vegetal muestreado en el dosel con el fin de obtener los valores de diversidad alfa (Magurran, 2004). Se comparó la riqueza de familias de artrópodos entre especies arbóreas según el método de colecta por medio de la prueba de Kruskal-Wallis.

Se realizó el índice de Jaccard para determinar la similitud que hay entre la composición de familias por microhábitats en cada especie arbórea. Su fórmula es $J = c/(a+b-c)$ (Moreno, 2001). Se hicieron dendrogramas de similitud con los valores del índice para cada especie arbórea.

Con el fin de mostrar la estructura de la comunidad en las especies arbóreas estudiadas se implementó el índice de Bray-Curtis el cual ha sido ampliamente utilizado en estudios ecológicos y ambientales, incluyendo comunidades de artrópodos. Este análisis se hizo con base en el promedio de abundancia de cada familia encontrada con los diferentes métodos de colecta empleados en los cuatro microhábitats. Su expresión es:

$$Bray - Curtis_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^s |x_{ij} - x_{ik}|}{\sum_{i=1}^s (x_{ij} + x_{ik})} \quad (\text{Hammer } et al., 2001).$$

En dicho coeficiente la similitud (definida como 100 menos la diferencia) varía entre 0, cuando dos localidades no tienen ninguna familia en común, y 100, cuando tienen las mismas familias con el mismo número de individuos en los microhábitats. Se hicieron dendrogramas de similitud con los valores del índice para cada especie arbórea. Este análisis se realizó con la ayuda del programa PAST (Hammer *et al.*, 2001).

Por último se realizaron dos análisis de regresión simple (Escobar, 2008) para evaluar cuál es el efecto de atributos dasométricos de las especies arbóreas como volumen o densidad de copa (Variables independientes) sobre la abundancia de las familias de artrópodos (Variable dependiente) colectadas en el microhábitat follaje. Esto se hizo con ayuda del paquete estadístico SPSS (Pardo y Ruiz, 2002).

6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Evaluación de la eficiencia de muestreo

Con el fin de evaluar la eficiencia del muestreo se determinó la representatividad por método de colecta usado para cada microhábitat trabajado en cada una de las especies arbóreas. Se utilizaron los estimadores de riqueza más usados por la literatura (ACE Mean, Chao 1 Mean, MMMeans (1 run)) (Sabogal, 2011). Los valores observados comparados con los valores esperados (Promedio de los estimadores usados) para cada método de colecta alcanzaron una representatividad similar en las cinco especies vegetales (Tabla 3). Con esta comparación se pudo determinar que el método de colecta más efectivo fueron las trampas de caída debido a que la representatividad en tres de las cinco especies arbóreas supera el valor teórico de 85% (Álvarez *et al.*, 2006). Sin embargo los demás métodos no superan ese valor teórico, pero en la mayoría su eficiencia estuvo entre el 60 y 83% siendo una muestra representativa de la artrópofauna residente en el dosel de este bosque a 3300 m.s.n.m. Aunque hubo otros métodos con eficiencia por debajo del 60% en el microhábitat follaje, las demás trampas alcanzaron valores representativos en ese mismo sustrato. El método con menos representatividad en todas las especies arbóreas fue la colecta manual en tronco, esto fue debido a que la mayoría de los cincuenta troncos estudiados se encontraban en el estadio 1 de descomposición en el que el tronco aún conserva su dureza y los hongos comienzan la colonización; según Gasca e Higuera (2008) este estadio presenta poca diversidad de artrópodos y alta abundancia.

Tabla 3. Representatividad de los métodos de colecta.

Especie arbórea	Microhábitat	Método	Valor observado	Valor esperado	Representatividad (%)
<i>Bromelia</i>	Bromelia	Manual	34	48	71
		Luz blanca	24	38	63
		Luz oscura	15	18	83
	Follaje	Malaise	84	103	82
		Manual	45	75	60
		Trampa de caída	90	118	76
	Musgo	Embudo	72	95	76
	Tronco	Manual	7	18	39
	<i>Bromelia</i>	Manual	46	59	78

<i>Ilex pernervata</i>		Luz blanca	36	82	44	
		Luz oscura	37	47	79	
		Malaise	81	109	74	
	Follaje	Trampa de caída	116	136	85	
		Manual	29	66	44	
		Van Someren	6	10	60	
	Musgo	Embudo	29	66	44	
Tronco	Manual	22	72	30		
<i>Persea mutisii</i>	Bromelia	Manual	41	53	77	
		Luz blanca	19	26	73	
		Luz oscura	8	12	67	
	Follaje	Malaise	73	97	75	
		Trampa de caída	93	109	85	
		Manual	41	60	68	
	Musgo	Van Someren	6	7	86	
		Embudo	44	58	76	
		Tronco	Manual	14	22	64
	<i>Podocarpus oleifolius</i>	Bromelia	Manual	50	88	57
			Luz blanca	32	46	70
Luz oscura			26	45	58	
Follaje		Malaise	44	74	59	
		Manual	42	86	49	
		Trampa de caída	175	211	83	
Musgo		Embudo	66	114	58	
Tronco	Manual	15	40	38		
<i>Weinmannia mariquitae</i>	Bromelia	Manual	30	35	86	
		Luz blanca	37	48	77	
		Luz oscura	29	41	71	
	Follaje	Malaise	55	83	66	
		Manual	39	49	80	
		Trampa de caída	80	87	92	
	Musgo	Embudo	46	55	84	
	Tronco	Manual	19	43	44	

6.2 Riqueza de familias de artrópodos del dosel

En el periodo comprendido entre diciembre de 2013 y mayo de 2014 fueron colectados 42243 individuos agrupados en 24 órdenes, 155 familias y 366 morfoespecies (Anexo 1). Se hizo un conteo y una sumatoria general para las especies arbóreas que permitió determinar que el orden de artrópodos más

abundante correspondió a Diptera, seguido de Acari, Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, entre otros (Tabla 4).

Tabla 4. Lista de órdenes colectados en el dosel de un bosque alto andino en Totoró.

Orden	Número de individuos	Número de familias	Porcentaje (%) familias
Diptera	30493	33	21,29
Acari	2601	6	3,87
Coleoptera	2035	33	21,29
Hymenoptera	1878	18	11,61
Lepidoptera	1754	9	5,81
Aranae	1077	10	6,45
Collembola	864	6	3,87
Hemiptera	424	14	9,03
Blattaria	289	1	0,65
Opiliones	255	2	1,29
Psocoptera	185	4	2,58
Spirobolida	81	1	0,65
Thysanoptera	76	2	1,29
Pseudoscorpionida	69	2	1,29
Neuroptera	60	3	1,94
Dermaptera	30	2	1,29
Scolopendromorpha	23	1	0,65
Isopoda	18	1	0,65
Embiidina	11	1	0,65
Orthoptera	8	2	1,29
Siphonaptera	8	1	0,65
Polydesmida	2	1	0,65
Archaeognata	1	1	0,65
Phasmatodea	1	1	0,65
Total	42243	155	100%

Los órdenes con mayor número de familias fueron Coleoptera y Diptera con 33 cada uno, seguidas de Hymenoptera, Hemiptera, Aranae, Lepidoptera y Acari. Esta amplia riqueza indica la oferta de una gran variedad de nichos y recursos (alimento, refugio, rutas de tránsito (Erwin, 2001)) que ofrece el dosel y que pueden ser aprovechados por diversas familias pertenecientes a estos órdenes.

Las familias más abundantes pertenecieron al orden Diptera como Sarcophagidae, Anthomyiidae, Phoridae y Tachinidae (Figuras 8A, 8B, 8C, 8D) esto se asocia directamente con los agroecosistemas ganaderos que limitan este bosque, creándose las condiciones para la reproducción y alimento (estiércol, hongos, sangre) que son aprovechados en el desarrollo de organismos de este orden (Mendes y Linhares, 2002). Otra familia abundante fue Oribatulidae (Acari) (Figura 8E) que se encontró ampliamente en el microhábitat musgo-liquen. También hubieron familias menos abundantes (“raras”) como Meinertellidae (Archaeognata) (Figura 8F); Phasmatidae (Phasmatodea), Caponiidae, Titanoecidae (Aranae), Coccinellidae, Acroceridae (Diptera) (Figura 8G) y otras que se registraron con un solo individuo.



Figura 8. Familias más abundantes y raras colectadas en el dosel.
A. Sarcophagidae; B. Anthomyiidae; C. Phoridae; D. Tachinidae; E. Oribatulidae; F. Meinertellidae; G. Acroceridae. (Fuente propia).

En general, el muestreo permitió determinar que la familia con mayor número de morfoespecies fue Curculionidae con 28 (Figura 9A), seguida de Carabidae con 10 (Figura 9B), Cicadellidae con 8 (Figura 9C), Cleridae (Figura 9D) y Scarabaeidae con 7; las demás familias estuvieron representadas por 6 o menos morfoespecies. Se encontró que aunque Sarcophagidae fue la familia con mayor número de individuos no fue la más rica en morfoespecies, contrario a otras como Curculionidae y Carabidae que aunque fueron las más ricas en morfoespecies no presentaron muchos individuos (Figura 10). La plasticidad fenotípica de Curculionidae y Carabidae están directamente asociadas a la capacidad de responder de forma adecuada a las variaciones bióticas y abióticas que se dan en espacio y tiempo para aprovechar los recursos que ofrece el dosel del bosque (Agrawal, 2001; Erwin, 2001).

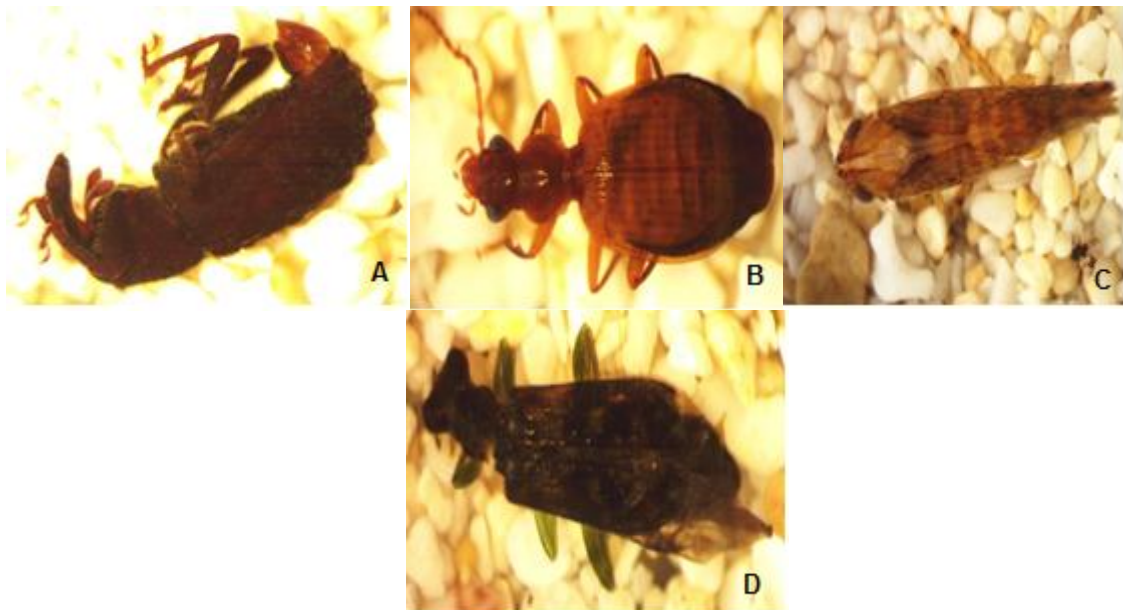


Figura 9. Familias con mayor número de morfoespecies.

A. Curculionidae; B. Carabidae; C. Cicadellidae; D. Cleridae. (Fuente propia).

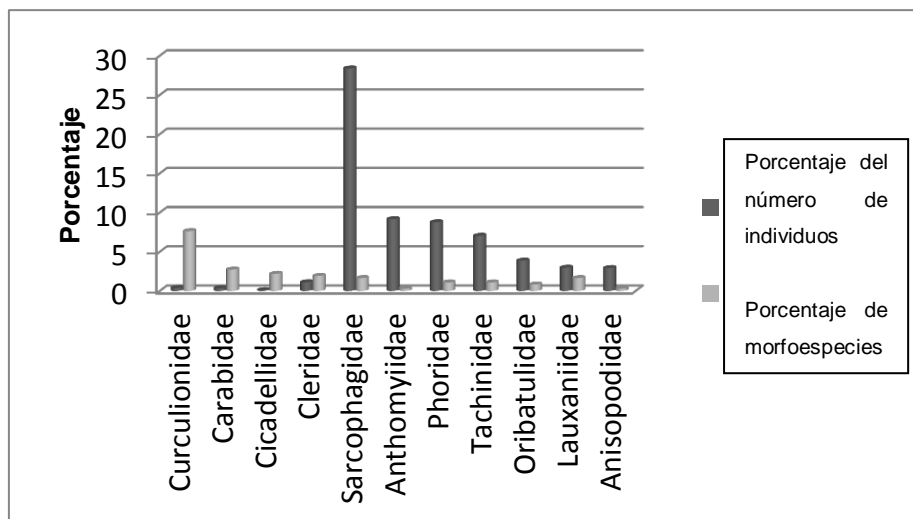


Figura 10. Porcentaje de abundancia y morfoespecies de familias.

De los cuatro microhábitats muestreados, el follaje fue el que mayor riqueza de familias de artrópodos obtuvo en las cinco especies arbóreas. Para el resto de microhábitats la riqueza fue variable entre las especies vegetales (Tabla 5).

Tabla 5. Riqueza de familias de artrópodos en cada microhábitat del dosel.

Especie arbórea	Microhábitat	Riqueza de familias
<i>Freziera canescens</i>	Bromelia	41
	Follaje	86
	Musgo y líquen	58
	Tronco	6
<i>Ilex pernervata</i>	Bromelia	37
	Follaje	93
	Musgo y líquen	33
	Tronco	9
<i>Persea mutisii</i>	Bromelia	45
	Follaje	81
	Musgo y líquen	34
	Tronco	8
<i>Podocarpus oleifolius</i>	Bromelia	44
	Follaje	101
	Musgo y líquen	40
	Tronco	8
<i>Weinmannia mariquitae</i>	Bromelia	39
	Follaje	80
	Musgo y líquen	36

La riqueza de familias que alberga el follaje se sustenta con la afirmación de Erwin (2001), quien afirma que este sustrato funciona como refugio, ruta de tránsito y “restaurante” de los diversos artrópodos que allí se pudieron encontrar. Aunque no se puede asegurar que las diversas familias capturadas sean estrictamente del dosel del bosque, podríamos afirmar que si se encuentran en tránsito y hacen uso de este estrato debido a que también se colectaron en los demás microhábitats como en musgo, bromelia y tronco. Con estudios más profundos se podría verificar la exclusividad de algunas especies.

Se usaron siete tipos de colecta. La prueba de Kruskal-Wallis permitió establecer que no hubo diferencias significativas de la riqueza de familias capturadas con cada método entre especies arbóreas (Tabla 6). Lo anterior indica que la riqueza de familias tiende a ser similar en los mismos microhábitats cuando se comparan las especies vegetales.

Se puede deducir que la buena conexión entre las copas de los árboles del bosque generado a partir de un estadio sucesional secundario temprano (Arcos, 2009) permite encontrar una composición similar de familias la cual está directamente relacionada con los atributos dasométricos como densidad y volumen de copa, que permiten el solapamiento de las copas arbóreas donde se establecen rutas para el constante tránsito y aprovechamiento de los recursos de las familias de artrópodos.

Tabla 6. Comparación de microhábitats por método de colecta entre especies vegetales.

Microhábitat	Método	Prueba de Kruskal-Wallis (Sig.)
Follaje	Luz blanca	0,99
	Luz oscura	0,97
	Malaise	0,71
	Van Someren Rydon	0,24
	Trampa de	0,14

	caída	
	Manual	0,44
Tronco	Manual	0,19
Bromelia	Manual	0,85
Musgo- liquen	Embudo	0,07

Se pudo identificar la exclusividad de algunas familias por el tipo de técnica usada. Por ejemplo en las trampas malaise se capturaron familias como Acroceridae, Membracidae (Figura 11A) y Lymexylidae las cuales usan el dosel como ruta de tránsito. Las trampas de luz permitieron capturar Arctiidos, polillas que solo son activas en la noche. Con la colecta manual se logró capturar familias de arañas como Oonopidae, Caponidae y Linyphiidae (Figura 11B) que se encontraban en zonas de difícil acceso en el dosel. Familias de Collembolos como Neanuridae y Sminthuridae o de Thripidae (Figura 11C) solo fueron capturadas en musgo y liquen debido a que este es el sustrato que más frecuentan porque ofrece todos los nichos necesarios para su supervivencia. Sin embargo las trampas de caída fue donde más se capturaron familias exclusivas (9 familias), algunas como Coccinellidae, Scidmaenidae y Torymidae aprovechan los recursos que ofrece el dosel para su reproducción y alimento.



Figura 11. Algunas familias colectadas con diferentes técnicas de muestreo (A. Membracidae; B. Linyphiidae y C. Thripidae). (Fuente propia).

Las colectas realizadas con trampas de caída, Van someren Rydon, trampas de luz blanca y oscura están directamente influenciadas por el cebo como atrayente. La mayoría de familias que fueron capturadas en las trampas cebadas como Sarcophagidae, Tabanidae, Phoridae, Noctuidae, Syrphidae, Calliphoridae, Bibionidae (Figura 12A), Anisopodidae (Figura 12B) y otras, fueron capturadas también mediante los demás métodos de colecta los cuales

no usaban cebo como atrayente (malaise, embudo y manual en bromelia, tronco y follaje), indicando que estas se encuentran en constante tránsito por el dosel del bosque.



Figura 12. Algunas familias capturadas en trampas cebadas (A. Bibionidae y B. Anisopodidae). (Fuente propia).

Se encontró registro de cuatro trabajos en Colombia relacionados con la evaluación de la diversidad de artrópodos y que involucran el dosel del bosque en ecosistemas naturales. De estos trabajos solo el de Gasca y Higuera (2008) evalúa la diversidad de artrópodos en general y fue el referente más cercano para comparar los resultados. Benavides y Flórez (2004) y Camero-R *et al.*, (2012) evaluaron la diversidad de un orden en particular, en este caso Araneae y Coleoptera respectivamente. Por último Vanegas *et al.*, (2012) analizaron la distribución vertical de arañas sobre dos especies vegetales. Sin embargo ninguno de estos trabajos usó la misma intensidad aplicada y los respectivos métodos de colecta. Tampoco las altitudes y los tipos de bosques presentan las mismas características sucesionales y no son comparables con el ecosistema trabajado, sin embargo se harán unas comparaciones en términos de abundancia y composición. Es necesario aclarar que los anteriores trabajos muestrearon en el microhábitat follaje con excepción Gasca e Higuera (2008) que lo hicieron también en bromelia, tronco en descomposición y musgo-liquen.

En la vereda el Cofre, el muestreo general permite determinar que los órdenes más abundantes y con mayor porcentaje de abundancia que se capturaron fueron Diptera (30493 – 72%), Acari (2061 – 6%), Coleoptera (2035 – 4.8%),

Hymenoptera (1878 – 4.4%), Lepidoptera (1754 - 4%), Aranae (1077 – 2.5%), Collembola (864 – 2%) y Hemiptera (424 – 1%). En el estudio elaborado por Gasca y Higuera (2008) que se realizó en el dosel de un robleal (*Quercus humboldtii*) a una altura que va desde los 2100 hasta los 2700 metros durante siete meses, se capturaron en total 2458 individuos agrupados en 21 órdenes, 100 familias y aproximadamente 157 morfoespecies; los órdenes más abundantes y con mayor porcentaje de abundancia en todo el muestreo fueron Collembola (837 – 34,46%), Coleoptera (334 – 13,49%), Hymenoptera (317 – 12,89%) y Diptera (258 – 10,49%). Esta investigación es la más cercana que se ha realizado respecto a este trabajo porque involucra los mismos microhábitats trabajados. En el follaje Gasca e Higuera (2008) capturaron 72 familias, en musgo-liquen y troncos en descomposición 29 familias por cada microhábitat y en bromelias (*Tillandsia fendleri*) 23 familias; mientras que en el cofre se capturaron para las cinco especies vegetales un promedio (\bar{x}) de 89.2 (Ds 8.8) familias para follaje, \bar{x} =41.2 (Ds 10.3) familias para musgo-liquen, \bar{x} =8.8 (Ds 1.6) familias para troncos en descomposición y \bar{x} =42.2 (Ds 6.4) para bromelias (*Tillandsia fendleri*) (Tabla 7). El resultado de Gasca e Higuera (2008) estuvo directamente relacionado con su método de colecta, ellos plantearon muestrear cinco árboles de una sola especie mediante cinco técnicas de muestreo, mientras que este trabajo colecto en cincuenta árboles de cinco especies diferentes mediante siete técnicas de muestreo.

Tabla 7. Promedio de riqueza de familias en cada microhábitat por especie vegetal

	Bromelia	Follaje	Musgo	Tronco
<i>Freziera canescens</i>	42	87	59	6
<i>Ilex pernervata</i>	38	94	34	10
<i>Persea mutisii</i>	46	82	35	9
<i>Podocarpus oleifolius</i>	45	102	41	9
<i>Weinmannia mariquitae</i>	40	81	37	10
\bar{X} riqueza de familias	42,2	89,2	41,2	8,8
Desviación estándar (Ds)	6,4	8,8	10,3	1,6

Respecto a la comunidad de coleópteros, este trabajo encontró una riqueza de 33 familias para el microhábitat follaje, estas son menos respecto al trabajo que se enfocó solo en este orden (Camero-R *et al.*, 2012) realizado a 2740 m.s.n.m., donde se encontraron 48 familias en tres fragmentos de bosque del subtipo Quercus-Clusia para el microhábitat follaje. La única similitud entre ambos trabajos es que la familia más abundante fue Curculionidae. Sus diferencias en cuanto a riqueza de familias se puede inferir que se debió a que el trabajo contrastado se desarrolló a una altura menor donde hay una mayor oferta floral (Rangel-Ch., 2000) y por tanto mayor diversidad de coleópteros.

En cuanto a la arañofauna en el Cofre se colectaron 7 familias para el microhábitat follaje y las más abundantes fueron Anyphaenidae, Linyphiidae, Theridiidae y Salticidae. Mientras que en el trabajo de Benavides y Flórez (2004) se estudió la comunidad de arañas asociadas al dosel de un bosque en la amazonía colombiana donde se encontraron 40, 32 y 29 familias en tres fragmentos de bosque respectivamente, donde las más abundantes fueron Salticidae, Pisauridae y Araneidae. Lo anterior se explica por autores como Rangel-Ch. (2000) que demostró cómo cada 100 metros sobre el nivel del mar se cambia radicalmente de escenario biológico y la diversidad de especies tiende a disminuir. Por lo tanto una región como la amazonía que no supera los 1000 metros sobre el nivel del mar y que ofrece una composición florística muy diferente a un bosque alto andino (2800-3300 m.s.n.m.), puede albergar una diversidad de especies mayor.

Por otro lado, se encontró una riqueza similar de familias con respecto al trabajo de Vanegas *et al.* (2012), que aunque no involucró estrictamente al dosel, si colectó en este estrato de Clusia y Quercus a 2850 m.s.n.m. en el que se encontraron 497 arañas donde las familias más abundantes fueron Theridiidae, Salticidae, Araneidae, Linyphiidae y Anyphaenidae.

Es importante resaltar que *Podocarpus oleifolius* fue la especie con mayor riqueza de familias (Tabla 7) en el follaje, autores como Mexzón y Chinchilla (2003) explican que esto se debe a que una alta densidad de hojas, en este caso 86.67%, permite albergar un mayor número de familias de artrópodos que

las plantas de follaje escaso. Por último esta especie arbórea se encuentra en estado de amenaza de preocupación menor por la International Union for Conservation of Nature (Gardner, 2013) y considerado en estado vulnerable (VU) por el Ministerio de Ambiente en la Resolución 0192 de 2014 (MinAmbiente, 2014) y la diversidad de artrópodos encontrada es un argumento más para usar en una estrategia de su conservación.

6.3 Análisis de similitud con las familias de artrópodos.

Según el índice de Jaccard la composición de familias tiene una baja similaridad entre los microhábitats de cada especie vegetal. Se pueden distinguir en los dendrogramas para las especies: *Ilex pernervata* (Figura 13B), *Persea mutisii* (Figura 13C), y *Weinmannia mariquitae* (Figura 13E) un cluster compuesto por los microhábitats musgo y bromelia los cuales son los más similares en cuanto a la composición de familias (Jaccard: 34-38%) en un rango de 18 a 22 familias compartidas como Blatellidae, Entomobryidae, Caeculidae y Cleridae. Adyacente un grupo hermano compuesto por el follaje (Jaccard: 26—35%) que comparten entre 17 y 19 familias como Cleridae, Blatellidae, Entomobryidae y Carabidae. Distante de estos un último cluster compuesto por tronco el cual comparte un rango solo de 4 a 6 familias (Jaccard: 10-21%) entre todos los microhábitats. Se deduce un análisis similar para las dos especies arbóreas restantes, aunque se formaron grupos diferentes, por ejemplo en *Freziera canescens* (Figura 13A) se formó el grupo más similar conformado por los microhábitats follaje y musgo (Jaccard: 45%) compartiendo 45 familias como Anyphaenidae, Blatellidae, Carabidae y Cleridae, adyacente un cluster compuesto por bromelia (Jaccard: 33%) la que comparte 19 familias como Anisopodidae, Caeculidae, Staphylinidae y Psocidae y un último cluster que es el tronco con la similaridad más baja (Jaccard: 11%) debido a que comparte solo 3 familias con los demás microhábitats (Anyphaenidae, Cleridae y Curculionidae). Por último en *Podocarpus oleifolius* (Figura 13D) se formó un grupo con 33 familias compartidas (algunas como Bdellidae, Carabidae, Chrysomelidae y Entomobryidae) por los microhábitats follaje y bromelia (Jaccard: 29%), un grupo hermano compuesto por musgo (Jaccard: 28%) el cual compartía 14 familias (como Chernetidae, Elipsocidae y

Staphylinidae) y finalmente a estos se les unía el tronco (Jaccard: 17%) el cual como en todas las especies de arboles compartió pocas familias (solo Chernetidae, Elipsocidae y Staphylinidae) con los demás microhábitats.

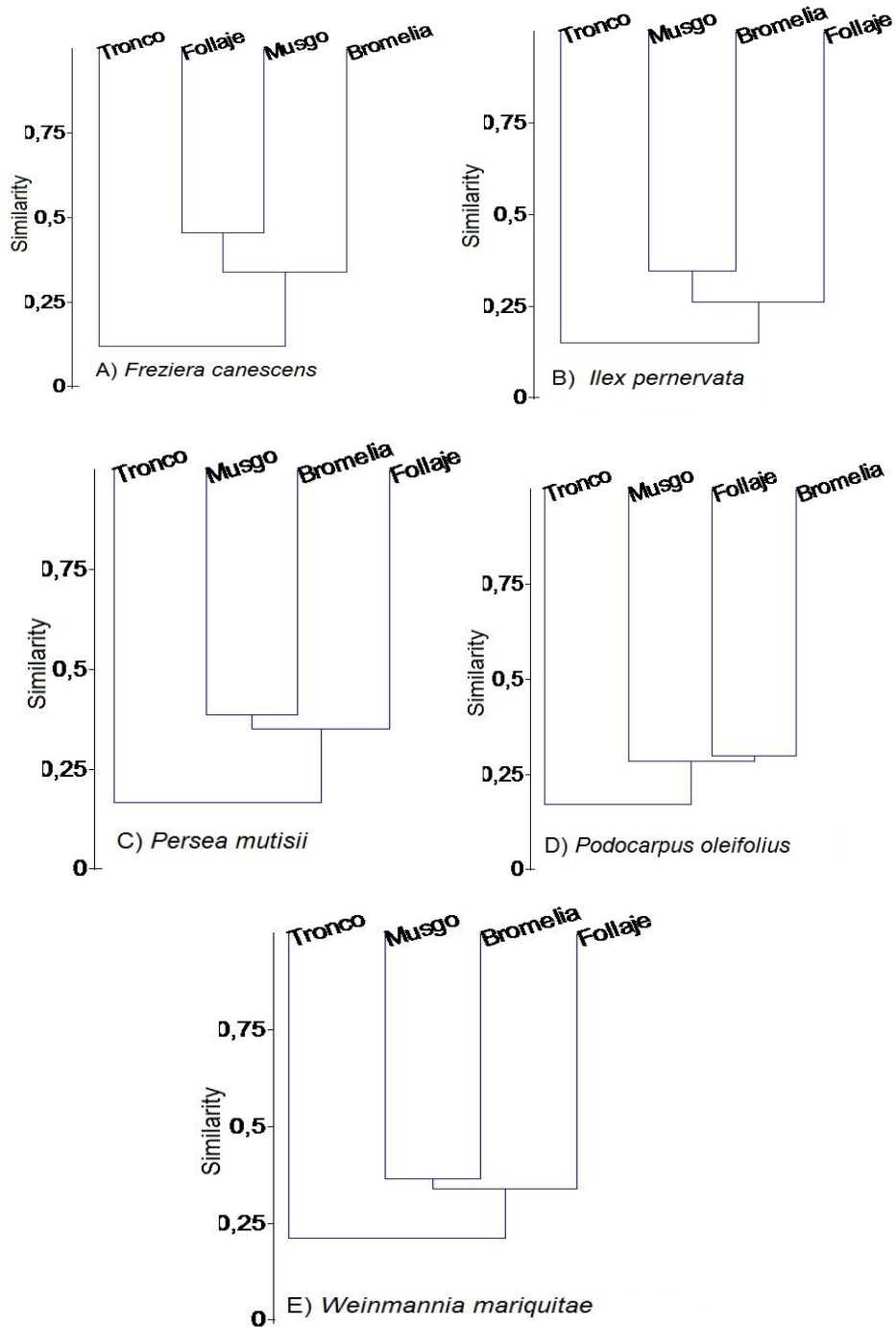


Figura 13. Dendrogramas de similitud con base en los valores del índice Jaccard para los microhábitats por cada especie arbórea.

La poca similaridad en la composición de familias entre microhábitats en cada especie arbórea se debe a que es mayor el número de familias exclusivas en cada microhábitat y menor el número de familias compartidas entre microhábitats. Lo anterior se debe a que hay familias especialistas y otras generalistas en cuanto al tipo de alimento que puede ofrecer cada microhábitat, por ejemplo Anyphaenidae es depredador teniendo un amplio rango de presas que se encuentran en los diferentes microhábitats, Curculionidae en estado larvario es xilófago, al mismo tiempo aprovecha el tronco para protegerse de los depredadores y Gryllidae es defoliador (follaje). Sumado a esto la riqueza de familias está condicionada por los ritmos fenológicos de las especies arbóreas estudiadas, Amat y Vargas (1991) mencionan que algunas especies ajustan su ciclo de vida a este fenómeno lo que indica el carácter temporal de la oferta de alimento con destino a ciertos organismos. Entre las especies vegetales (Figura 14) se da una explicación similar a la anterior, sin embargo el aumento en el porcentaje similaridad para algunos cluster está directamente relacionado con la complementariedad de familias al analizar los microhábitats entre las especies de árboles.

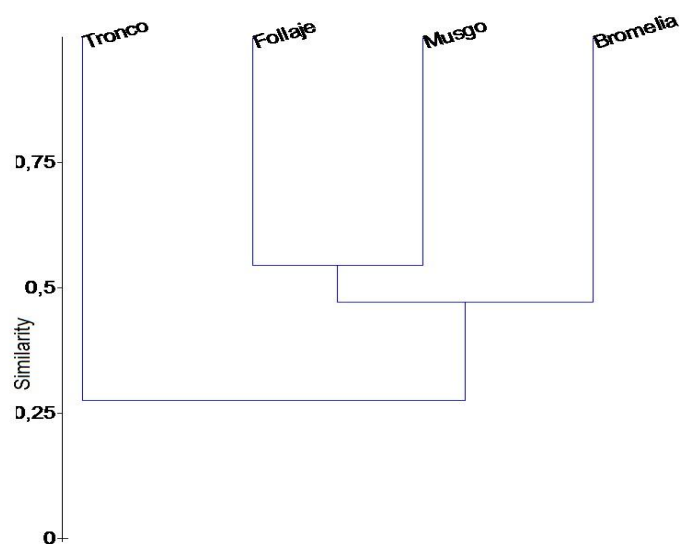


Figura 14. Dendrograma de similitud con base en los valores del índice Jaccard para los microhábitats entre especies arbóreas.

Se determinó la estructura de la comunidad de artrópodos en cada especie vegetal con base en su promedio de abundancia y composición de familias en

cada microhábitat con el índice Bray-Curtis. Los dendrogramas hechos con base en el índice para *Podocarpus oleifolius* (Figura 15D) y *Weinmannia mariquitae* (Figura 15E) formaron tres y dos cluster respectivamente; el más similar en ambas especies es conformado por los microhábitats musgo y tronco (Bray-C: 25-28%) donde las familias más abundantes para las dos especies arbóreas fueron Oribatulidae e Hypogastruridae. En *Weinmannia* follaje y bromelia forman un cluster (Bray-C: 11%), pero en *Podocarpus* estos dos microhábitats forman clusters diferentes; la abundancia de familias como Blatellidae y Anyphaenidae se relaciona con las diferencias entre estos dos microhábitats. Para *Freziera canescens* (Figura 15A) se forma un cluster compuesto por musgo y follaje siendo el más similar (Bray-C 37%) en cuanto a abundancia de familias como Blatellidae, Curculionidae y Phoridae, ese cluster tiene un grupo hermano formado por bromelia el cual es similar en un 15% con los demás microhábitats por tener otras familias abundantes como Chironomidae, Anisopodidae y Anyphaenidae, distante de ellos está el tronco que es poco similar (Bray-C: 4%) a los demás microhábitats debido a familias como Cleridae y Curculionidae. En *Ilex pernervata* (Figura 15B) el cluster mas similar se forma con musgo y bromelia (Bray-C: 22) donde se hallan familias abundantes como Cleridae y Entomobryidae, contiguo hay un grupo hermano conformado por tronco con similaridad baja (Bray-C: 6%) y familias poco abundantes como Curculionidae; distante de ellos un cluster formado por bromelia (Bray-C: 5%) donde se colectaron familias menos abundantes como Chironomidae y Linyphiidae. Por último en *Persea mutisii* (Figura 15C) el cluster más similar lo conforman musgo y bromelia (Bray-C: 12%) con familias abundantes como Hypogastruridae y Entomobryidae. Follaje es el grupo hermano más cercano (Bray-C: 9%) pero la abundancia de familias como Sarcophagidae y Anthomyiidae generaron que este microhábitat formara un cluster aparte. El tronco es el grupo menos similar (Bray-C: 7%) al igual que en las últimas tres especies vegetales mencionadas debido a la poca abundancia y composición de familias encontradas en este microhábitat.

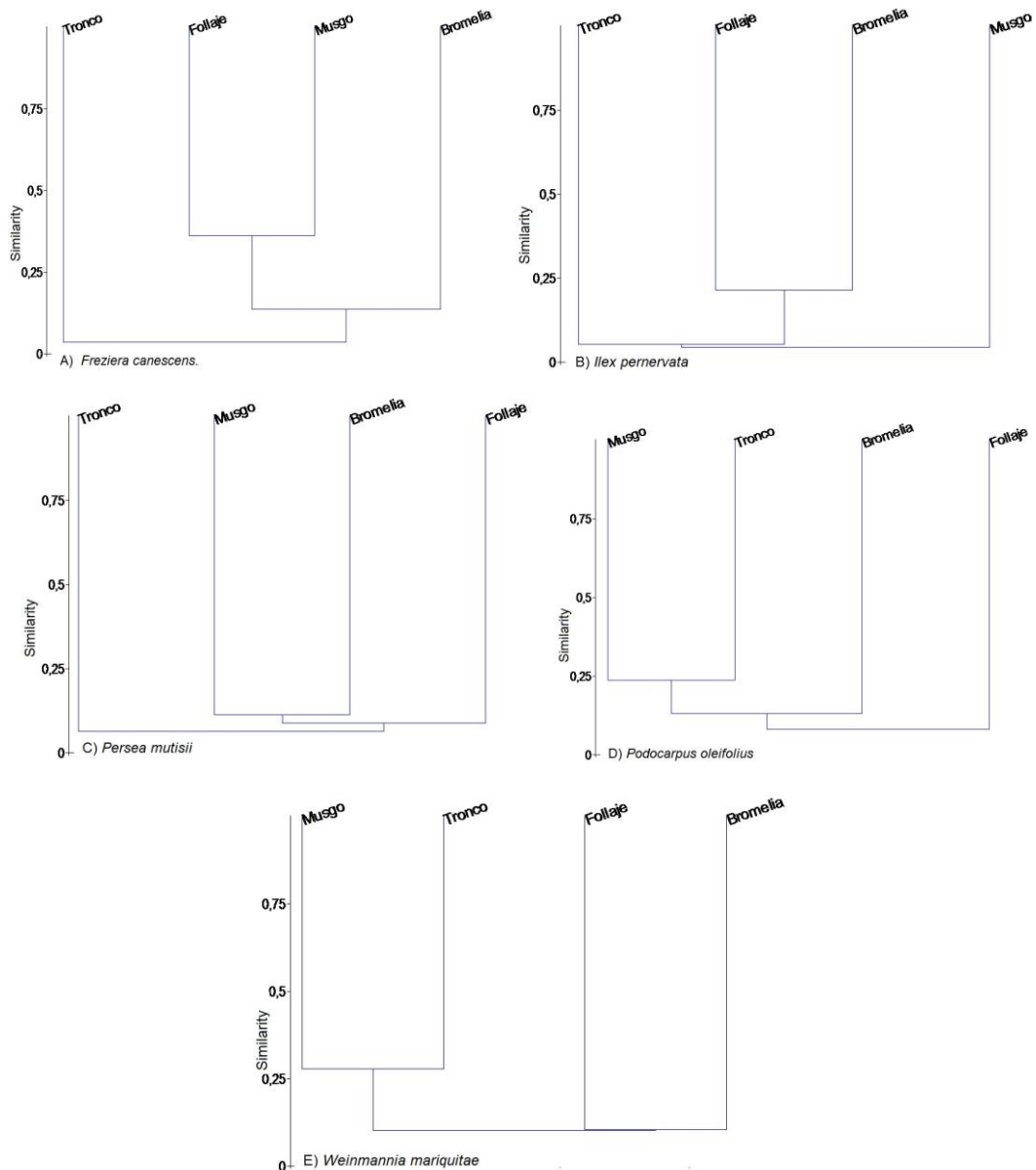


Figura 15. Dendrograma de similitud con base en el valor del índice Bray-curtis para los microhábitats por cada especie arbórea

El índice de Bray Curtis mostro una baja similaridad de la estructura de la comunidad de artrópodos entre los microhábitats de cada especie arbórea que está relacionada directamente con la heterogeneidad espacial generada a partir de la cobertura vegetal que crea diversos tipos de sustratos que tienen una considerable intervención sobre las distribución e interacción de familias de artrópodos. Estos microhábitats pueden proporcionar a los artrópodos espacios para diapausa o áreas de refugio y reproducción donde poder escapar de la presión de determinadas prácticas agrícolas (Cenjor, 2012). Sumado a lo

anterior, Cava (2013) menciona que las interacciones mutualistas y antagónicas pueden estructurar las comunidades de artrópodos y condicionar la abundancia de diversos taxones en determinados microhábitats.

6.4 Análisis de regresión simple

Se determinó la densidad y el volumen de copa para los 50 árboles trabajados, con el fin de probar si la abundancia de familias de artrópodos de dosel del microhábitat follaje estaba influenciada por estas variables. La densidad de copa estuvo entre el 44.4 - 100% que indica la proporción de superposición de las hojas en el follaje y el volumen estuvo entre 2.07 – 58.2 m³ rango que muestra la extensión de la copa en tres dimensiones sobre el espacio. Para lo anterior fue necesario realizar dos análisis de regresión simple; una para la densidad y otra para el volumen de copa (variables independientes) contrastándolas con la abundancia de familias colectadas en el follaje (variable dependiente). La correlación del volumen y la densidad de copa no fueron significativas: R^2 0.012 (Sig. 0.457) y R^2 0.015 (Sig. 0.395) respectivamente (Tabla 8) (Figura 16,17) e indica que no existe dependencia de la abundancia de familias colectadas en el follaje por la densidad o el volumen de copa de los arboles trabajados. Lo anterior se relaciona directamente con la buena conectividad que tiene el dosel del bosque, la cual permite una distribución similar de la composición y estructura de las familias de artrópodos.

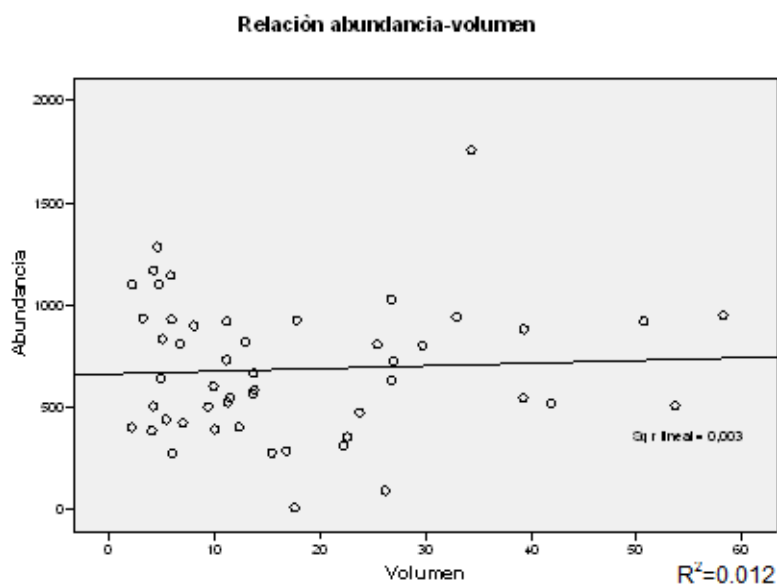


Figura 16. Análisis de regresión simple Abundancia-Volumen.

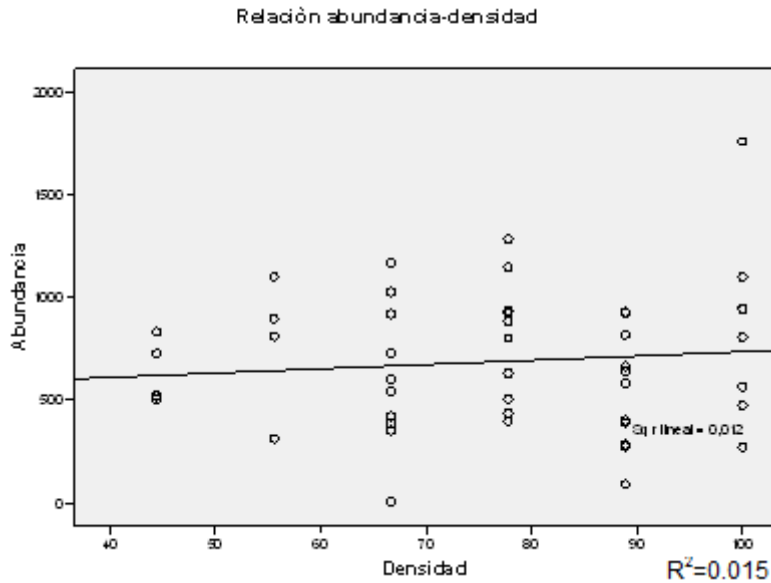


Figura 17. Análisis de regresión simple Abundancia- Densidad.

Tabla 8. ANOVA para los análisis de regresión simple.

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Volumen (a)	Regresión	59854,327	1	59854,327	,563	,457
	Residual	5104209,693	48	106337,702		
	Total	5164064,020	49			
Densidad (b)	Regresión	78090,980	1	78090,980	,737	,395
	Residual	5085973,040	48	105957,772		
	Total	5164064,020	49			

-Variables predictoras: (Constante), a) Volumen y b) Densidad

-Variable dependiente: Abundancia

Los resultados de este estudio contribuyen a conocer la artrópofauna residente en el dosel de un bosque alto andino a 3300 m.s.n.m. ampliando el registro de la diversidad biótica de un estrato poco estudiado en el país. El conocimiento de la composición y distribución de estos organismos permite visualizar el estado de conservación en que se encuentra el bosque estudiado, la conectividad de dosel encontrada indica que se está dando una buena regeneración de este bosque. Lo anterior también ayudará a sentar las bases para argumentar la declaración de una reserva forestal de carácter privado para la conservación de este sitio y beneficiar a las comunidades aledañas con los servicios ecosistémicos que se puedan ofrecer.

7 CONCLUSIONES

-El total de familias de artrópodos colectadas son una muestra representativa de la diversidad de estos organismos que alberga el dosel, sin embargo aún queda una amplia variedad de familias por encontrar.

-Los dípteros y coleópteros resultaron ser los órdenes más representados del dosel del bosque en el Cofre por ser los grupos más abundantes, de mayor riqueza de familias y por el hecho de que pueden responder a varios aspectos de la heterogeneidad del hábitat.

-La marcada presencia de algunas familias de Diptera está directamente relacionada con los agroecosistemas ganaderos que limitan con el relicto de este bosque, proporcionando los recursos necesarios para el alimento y reproducción de este grupo.

-La composición de familias de artrópodos no fue similar en los microhábitats que componen el dosel del bosque alto andino debido a que muchas familias de artrópodos dependen de un microhábitat específico que les proporciona las condiciones necesarias para alimentarse, reproducirse o refugiarse. Lo que sugiere que el dosel es un espacio complejo y que por lo tanto su estudio debe abarcar los diferentes microespacios que lo componen.

-La estructura de la comunidad de familias de artrópodos en el dosel de cada especie arbórea no fue similar debido a las diferencias en las relaciones mutualistas y antagónicas que se generan a partir de la heterogeneidad espacial creada por la cobertura vegetal la cual condiciona la abundancia y composición de estos organismos.

-Aunque se muestrearon cinco especies de árboles diferentes no hubo una diferencia significativa para la composición de familias en los mismos microhábitats muestreados indicando una buena conexión entre las copas de

los árboles generada a partir de altos valores dasométricos como la densidad o volumen de copa.

-Aunque la composición de familias en los microhábitats que brinda el dosel es similar, la marcada presencia o ausencia de algunas en sustratos como el tronco, bromelia, musgo-liquen es determinada por el microclima y los recursos que este ofrece.

-La densidad o el volumen de copa no tienen un efecto directo sobre la abundancia o la composición de familias de artrópodos del dosel de este bosque debido a la variabilidad de la abundancia de familias en los diferentes microhábitats.

-Los resultados de este trabajo realizado a 3300 m logró obtener una mayor diversidad en términos de riqueza de familias que otros realizados desde los 2600 a los 3000 m, esto se relaciona directamente con los métodos y la intensidad de muestreo realizada.

8 RECOMENDACIONES

-Es necesario muestrear otras especies vegetales menos abundantes para analizar si la composición de familias en los diferentes microhábitats es similar a las especies más abundantes.

-Para determinar cuáles son los artrópodos estrictamente del dosel es necesario realizar un trabajo de distribución vertical en este bosque.

-Identificar los artrópodos colectados en este trabajo a nivel de especie para poder hacer nuevos registros para el Departamento del Cauca y hallar posibles nuevas especies.

-Identificar el efecto de microclimas sobre la estructura y composición de artrópodos de dosel.

9 BIBLIOGRAFÍA

- Agrawal, A. A. (2001). Phenotypic Plasticity in the Interactions and Evolution of Species. *Ecology*, 294, 321–326.
- Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., ... Villarreal, H. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. (C. M. Villa, Ed.) (2nd ed., p. 236). Bogotá D.C.: Programa Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Amat, G. G., & Vargas, O. R. (1991). Caracterización de microhábitats de la artropofauna en paramos del parque nacional natural chingaza cundinamarca, colombia. *Caldasia*, 16(79), 539–550.
- Arcos, L. F. S. (2009). *Caracterización fisonómica y estructural de un bosque alto andino, en la Vereda el Cofre, finca Potrero del Rio, municipio de Totoró-Cauca*. Universidad del Cauca.
- Basset, Y. (2001). Invertebrates in the Canopy of Tropical Rain Forests How Much Do We Really Know? *Plant Ecology*, 153, 87–107.
- Basset, Y., Cizek, L., Cuénoud, P., Didham, R. K., Guilhaumon, F., Missa, O., ... Leponce, M. (2012). Arthropod diversity in a tropical forest. *Science (New York, N.Y.)*, 338(6113), 1481–4.
- Basset, Y., Kitching, R. L., Miller, S. E., & Novotny, V. (2003). *Arthropods of Tropical Forests . Spatio-temporal Dynamics and Resource Use in the Canopy* (p. 474). Cambridge University Press.
- Beattie, A. J., & Oliver, I. (1994). Taxonomic minimalism. *Trends in Ecology& Evolution*, 9(12), 488–490.
- Benavides, L. R. S., & Flórez, E. (2004). Comunidades de arañas (Arachnida Araneae) asociadas al dosel de bosques de tierra firme e igapó en la estación biológica Mosiro Itajura (Caparú), Vaupés, Amazonia colombiana. *Acta Biológica Colombiana*, 9(2).
- Borror, D. J., Triplehorn, C. A., & Johnson, N. F. (1989). *An Introduction to the study of Insects* (6th ed., p. 875). Pensilvania E.E.U.U.: Saunders College Publishing.
- Borror, D. J., & White, R. E. (1998). *Field Guide To The Insects America North of Mexico*. (H. M. Harcourt, Ed.) (19th ed., p. 416). New York: Peterson Field Guides.
- Brown, S., & Lugo, A. E. (1982). The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global carbon cycle. *Biotropica*, 14(3), 161–187.

- Camero-R, E., García, A. M., & Piñeros, D. O. (2012). Estructura y composición de la comunidad de coleópteros del dosel en bosques altoandinos de Colombia. *Entomotropica*, 27(3), 129–144.
- Cancino, J. (2006). *Dendrometría Básica* (p. 163). Buenos Aires: Universidad de Concepcion. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento manejo de Bosques y Medio Ambiente.
- Carey, A. B., Lippke, B. R., & Sessions, J. (1999). Intentional Systems Management : Managing Forests for Biodiversity. *Journal of Sustainable Forestry*, 9(3), 83–119.
- Cava, M. B. (2013). *Efecto de la Heterogeneidad del Hábitat sobre las Comunidades de Artrópodos en Bosques de Chaco, Selva Paranaense y de la Isla Apipé Grande en la provincia de Corrientes, Argentina*. *fcnym.unlp.edu.ar*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA. Retrieved from http://www.fcnym.unlp.edu.ar/uploads/docs/programa_botanicasistemica_1_2013.pdf
- Cenfor, R. L. (2012). *Comparación de la abundancia y biodiversidad de artrópodos auxiliares entre parcelas de cultivo ecológico y convencional, en plantaciones de cítricos, caqui y nectarina*. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.
- Colwell, R. K. (2008). Estimates Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from samples, Version 8.0. Retrieved from <http://viceroy.eed.uconn.edu/estimates>.
- Cuatrecasas, J. (1958). *Aspectos de la vegetación natural en Colombia* (p. 48). Editorial Voluntad.
- Didham, R. K., & Fagan, L. L. (2004). Forest Canopies. In *Encyclopaedia of Forest Sciences* (pp. 68–80).
- Emmons, L. H., Lowman, M. D., & Nadkarni, N. M. (1995). Mammals of rain forest canopies. In *Forest Canopies* (pp. 199–223). Academic Press.
- Erwin, T. L. (1982). Tropical Forests : Their Richness in Coleoptera and Other Arthropod Species. *The Coleopterists Bulletin*, 36(1), 74–75.
- Erwin, T. L. (1983). Tropical forest canopies, the last biotic frontier. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 29(1), 14–20.
- Erwin, T. L. (1990). Canopy arthropod biodiversity a chronology of sampling techniques and results. *Revista Peruana de Entomología*, 32, 71–77.
- Erwin, T. L. (2001). Forest canopies, animal diversity. *Smithsonian Institution*.

- Escobar, M. C. (2008). *Efecto selectivo de las plantaciones de Pino radiata sobre la comunidad de artrópodos del follaje de Nothofagus, en el bosque Maulino de la región central de Chile. Dirección General Académica, números.* Universidad de Chile. Retrieved from <http://revistaei.uchile.cl/index.php/ANUC/article/download/27307/28920>
- Gardner, M. (2013). *Podocarpus oleifolius*. The IUCN Red List of Threatened Species. Retrieved from www.iucnredlist.org
- Gasca, H. J., & Higuera, D. (2008). Artrópodos asociados al dosel de un robleal de *Quercus humboldtii* Bonpl. (Fagaceae) de la Reserva Bosque Macanal (Bojacá, Colombia). *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 43, 173–185.
- Gasca, H. J., & Higuera, D. (2010). Protocolos y métodos de colecta para el estudio de artrópodos del dosel en bosque de niebla del neotrópico. *Revista Colombiana Ciencia Animal*, 2(2), 385–398.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). Past: Paleontological Statistics Software Package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica*, 4(1), 9.
- Holdridge, L. (1947). Determination of World Plant Formations from Simple Climatic Data. *Science*, 105(2727), 367–368.
- IGAC. (2013). Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Retrieved from <http://www.igac.gov.co/geoportal>
- Ishii, H. T., Pelt, R. Van, Parker, G. G., & Nadkarni, N. M. (2003). Age-Related Development of Canopy Structure and Its Ecological Functions. In *Forest Canopies* (pp. 102–117). New York: Academic Press.
- Klopfer, P. H., & MacArthur, R. H. (1960). Niche Size and Faunal Diversity. *The American Naturalist*, 94(877), 293.
- Lowman, M. D. (1995). Herbivory as a Canopy Process in Rain Forest Trees. In *Forest Canopies* (2nd ed., pp. 431–454). Academic Press.
- Lowman, M. D. (2001). Tarzan or Jane ? A Short History of Canopy Biology. In *Forest Canopies* (2nd ed., pp. 453–464). Academic Press.
- Lowman, M. D., & Rinker, H. B. (2004). *Forest canopies* (2nd ed., p. 544). Academic Press.
- Lowman, M. D., & Wittman, P. K. (1996). Forest Canopies: Methods, Hypotheses, and Future Directions. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 27, 55–81.
- MacArthur, R. H., & MacArthur, J. W. (1961). On bird species diversity. *Ecology*, 42(3), 594–598.

- Magurran, A. E. (2004). *Diversidad ecológica y su medición* (p. 200). Vedra.
- Martinez, M. A. (2011). *Fenología de la Majua (Vallea stipularis), Palo blanco (Ilex quitensis) y Cedrillo (Ruagea hirsuta) en un bosque Alto Andino, Vereda el Cofre, Totoró, Cauca.*
- Mendes, J., & Linhares, A. X. (2002). Cattle dung breeding Diptera in pastures in Southeastern Brazil: diversity , abundance and seasonality. *MEM INST OSWALDO CRUZ, RIO DE JANEIRO*, 97(1), 37–41.
- Mexzón, R. G., & Chinchilla, C. M. (2003). Especies vegetales atrayentes de la entornofauna benéfica en plantaciones de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Costa Rica. *Palmas*, 24(1), 33–57.
- MinAmbiente. (2014). Resolución 0192 de 2014. Bogotá D.C.: Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible.
- Mitchell, A. (2001). Introduction – Canopy science : time to shape up. *Plant Ecology*, 153, 5–11.
- Moffett, M. W. (2000). What's "Up"? A critical look at the basic terms of canopy biology. *Biotropica*, 32(4), 569–596.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. (CYTED, ORCYT-UNESCO, & SEA, Eds.) (1st ed., p. 83). Zaragoza: M&T Manuales y Tesis Sociedad Entomologica Aragonesa.
- Nadkarni, N. M., Parker, G. G., Rinker, H. B., & Jarzen, D. M. (2004). The Nature of Forest Canopies. In *Forest Canopies* (2nd ed., pp. 3–23). Academic Press.
- North, M., Chen, J., Smith, G., Krakowiak, L., & Franklin, J. (1996). Initial Response of Understory Plant Diversity and Overstory Tree Diameter Growth to a Green Tree Retention Harvest. *Northwest Science*, 70(1), 24–35.
- Ospina-Bautista, F., Estevez, J. V., Betancur, J., & Rebolledo, E. R. (2004). Estructura y composición de la comunidad de Macro invertebrados acuáticos asociados a *Tillandsia turneri* Baker (Bromeliaceae) en un bosque alto andino Colombiano. *Acta Zoológica Mexicana*, 20(1), 153–166.
- Ozanne, C., Hambler, C., Foggo, A., & Speight, M. (1996). The significance of edge effects in the management of forests for invertebrate biodiversity. In *Canopy Arthropods* (pp. 534–550.). Springer.
- Pardo, A., & Ruiz, M. A. (2002). *SPSS 11. Guía para el análisis de datos*. Madrid: McGraw-Hill.
- Parker, G. G. (1995). Structure and microclimate of forest canopies. In *Forest Canopies* (p. 544). Academic Press.

- Prescott, C. E. (2002). The influence of the forest canopy on nutrient cycling. *Tree Physiology*, 22(15-16), 1193–1200.
- Rangel-Ch., J. O. (2000). La región paramuna y franja aledaña en Colombia. In *Colombia Diversidad Biotica III* (pp. 1–23). Bogotá D.C.: UNIBIBLOS U.N.
- Rinker, H. B., & Lowman, M. D. (2004). Insect Herbivory in Tropical Forests. In *Forest Canopies* (pp. 359–386). Academic Press.
- Russell-Smith, A., & Stork, N. E. (1994). Abundance and diversity of spiders from the canopy of tropical rainforests with particular reference to Sulawesi, Indonesia. *Tropical Ecology*, 10(4), 545–558.
- Rydon, A. (1964). Notes on the use of butterfly traps in East Africa. *Journal of the Lepidopterists Society*, 18(1), 51–58.
- Sabogal, A. G. (2011). *Estudio comparativo de las comunidades de arañas asociadas a bosques conservados y áreas intervenidas en el santuario de flora y fauna Otún Quimbaya (Risaralda, Colombia)*. Universidad Nacional de Colombia.
- Seasted, T. R., & Crossley, D. A. (1984). The Influence of Arthropods on Ecosystems. *BioScience*, 34(3), 157–161.
- Serna, F. J. C. (1996). *Entomología General - Guías para reconocer ordenes y familias* (p. 109). Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Stork, N. E., Adis, J., & Didham, R. K. (1996). *Canopy Arthropods* (p. 588). Springer.
- Vanegas, S., Fagua, G., & Flórez, E. (2012). Distribucion vertical de arañas asociadas a *Quercus humboldtii* Y *Clusia* spp. en el santuario de flora y fauna de Iguaque, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 17(3), 635–656.
- Wade, J. A. (2005). *A Survey of arthropod biodiversity in the canopies of southern red oak trees in the Maryville College Woods*. Maryville College.
- Wolf, M. E. (2006). *Insectos de Colombia - Guía básica de familias*. (M. W. Echeverri, O. Gallo, J. Cardona, & R. Callejas., Eds.) (1st ed., p. 460). Medellín: Universidad de Antioquia.

10 ANEXOS

Anexo 1. Número de individuos por familias de artrópodos colectados en los microhábitats presentes en el dosel de un bosque alto andino en Totoró, Cauca.

	Familia	Bromelia	Follaje	Musgo	Tronco	Total general
Freziera canescens		470	6628	1444	9	8551
Acari		22	7	644		673
	Bdellidae	1		21		22
	Caeculidae	1	1	34		36
	Galumnidae			7		7
	Indeterminado	1	6	145		152
	Oribatulidae	19		437		456
Aranae		112	60	31	3	206
	Anyphaenidae	50	33	9	3	95
	Clubionidae	1				1
	Hahniidae	2				2
	Indeterminado	23	21	19		63
	Linyphiidae	25	2			27
	Oonopidae	1				1
	Salticidae	4	2	2		8
	Theridiidae	6	2	1		9
Archaeognata		1				1
	Meinertellidae	1				1
Blattaria		40	10	4		54
	Blattellidae	40	10	4		54
Colembolla		3	12	125	1	141
	Entomobryidae	3		65	1	69
	Hypogastruridae			48		48
	Isotomidae		2	1		3
	Neanuridae			1		1
	Paronellidae		10			10
	Sminthuridae			10		10
Coleoptera		32	233	60	3	328
	Cantharidae		3	3		6
	Carabidae	17	14	4		35
	Cerambycidae		4			4
	Chrysomelidae	1	36	1		38
	Cleridae	5	33	25	1	64
	Cucujidae		7			7
	Curculionidae	5	11	4	2	22
	Elatерidae			1		1
	Elmidae	1	1			2
	Indeterminado		1	3		4
	Lagriidae	1	2			3
	Latridiidae		43	5		48
	Lymexylidae		1			1
	Nitidulidae		10			10
	Oedemeridae		17	7		24

	Familia	Bromelia	Follaje	Musgo	Tronco	Total general	
Dermaptera	Pselaphidae			5		5	
	Scarabaeidae		13			13	
	Scolytidae		29			29	
	Staphylinidae	2	8	2		12	
		1	2	1		4	
Diptera	Labiduridae	1	2	1		4	
		144	5563	498		6205	
Embiidina	Acroceridae		1			1	
	Anisopodidae	1	121	75		197	
	Anthomyiidae		669	54		723	
	Bibionidae		57			57	
	Calliphoridae		108	4		112	
	Ceratopogonidae		27	1		28	
	Chironomidae	72	129	8		209	
	Culicidae	1				1	
	Dolichopodidae		6			6	
	Drosophilidae		11	13		24	
	Empididae		13			13	
	Lauxaniidae		256	8		264	
	Muscidae	21	32	9		62	
	Mycetophilidae		38	6		44	
	Otitidae		1			1	
	Phoridae		558	44		602	
	Piophilidae		138	2		140	
	Pipunculidae		2			2	
	Psychodidae		23	16		39	
	Sarcophagidae		2547	230		2777	
	Sciaridae	22	48	8		78	
	Syrphidae	6	33			39	
	Tachinidae		602	6		608	
	Tephritidae		42			42	
	Tipulidae	21	17	2		40	
	Xylophagidae cf		84	12		96	
			1	2		3	
	Hemiptera	Anisembiidae		1	2		3
			15	52	7	1	75
		Cercopidae		5			5
		Cicadellidae	2	8			10
		Cicadidae		2			2
		Coreidae	1	12			13
Enicocephalidae		4				4	
Largidae		1				1	
Lygaeidae		7	6	6		19	

	Familia	Bromelia	Follaje	Musgo	Tronco	Total general
Hymenoptera	Miridae		11			11
	Pentatomidae		1			1
	Psyllidae		7		1	8
	Thyreocoridae			1		1
		1	334	16		351
	Apidae		25	1		26
	Bethylidae		2			2
	Braconidae		12			12
	Ceraphronidae		10	7		17
	Diapriidae		20			20
	Eulophidae		2	2		4
	Eupelmidae		1			1
	Figitidae		1			1
	Halictidae		105			105
	Ichneumonidae	1	87	2		90
	Pteromalidae		2			2
Tenthredinidae		12			12	
Vespidae		55	4		59	
Isopoda		3				3
	Armadillidae	3				3
Lepidoptera		2	309	11		322
	Arctiidae		6			6
	Ctenuchidae		1			1
	Gelechiidae		4	1		5
	Indeterminado	2	125	8		135
	Noctuidae		161	2		163
	Nymphalidae		10			10
	Sphingidae		2			2
Neuroptera			10			10
	Chrysopidae		3			3
	Hemerobiidae		7			7
Opiliones		73				73
	Stygnommatidae	73				73
Phasmatodea			1			1
	Phasmatidae		1			1
Pseudoscorpionida		3		7		10
	Chernetidae	3		7		10
Psocoptera		5	26	2		33
	Elipsocidae	1				1
	Lachesillidae		4			4
	Pseudocaecillidae		1	1		2
	Psocidae	4	21	1		26
Scolopendromorpha		2		1	1	4

	Familia	Bromelia	Follaje	Musgo	Tronco	Total general
Siphonaptera	Cryptopidae	2		1	1	4
			6	1		7
Spirobolida	Ceratophyllidae		6	1		7
		11		2		13
Thysanoptera	Spirobolidae	11		2		13
			2	32		34
	Thripidae		2	32		34
Ilex pernervata		448	7286	841	28	8603
Acari		10	24	562		596
	Bdellidae			12		12
	Caeculidae	2		24		26
	Galumnidae	6		8		14
	Indeterminado	2	22	253		277
	Oribatulidae		2	265		267
Aranae		70	79	29	5	183
	Anyphaenidae	18	19	2	1	40
	Clubionidae		1			1
	Indeterminado	46	58	27	2	133
	Linyphiidae	3	1			4
	Theridiidae	3			1	4
	Titanoecidae				1	1
Blattaria		49	8	10	1	68
	Blattellidae	49	8	10	1	68
Colembolla		3	5	161		169
	Entomobryidae	2	5	25		32
	Hypogastruridae	1		127		128
	Neanuridae			5		5
	Sminthuridae			4		4
Coleoptera		26	349	36	20	431
	Anobiidae		13	1		14
	Cantharidae		4	5		9
	Carabidae	10	7	1		18
	Cerambycidae		3			3
	Chrysomelidae	1	12	1		14
	Cleridae	2	109	11	2	124
	Cucujidae		10			10
	Curculionidae	5	12	9	16	42
	Elateridae		1			1
	Endomychidae		1			1
	Erotylidae		1			1
	Indeterminado		1	3	1	5
	Lagriidae		3			3
	Latridiidae		53			53

	Familia	Bromelia	Follaje	Musgo	Tronco	Total general
	Nitidulidae		21	2		23
	Oedemeridae		12			12
	Phalacridae cf		1			1
	Pselaphidae	2	1	1		4
	Ptilodactylidae		1			1
	Scarabaeidae		12			12
	Scolytidae		41			41
	Staphylinidae	6	30	2		38
	Tenebrionidae				1	1
Dermaptera		1				1
	Labiduridae	1				1
Diptera		186	5937	4		6127
	Anisopodidae	16	355			371
	Anthomyiidae		736			736
	Asilidae		1			1
	Bibionidae		31	1		32
	Calliphoridae		206			206
	Cecidomyiidae		10			10
	Ceratopogonidae	1	24			25
	Chironomidae	104	261	1		366
	Culicidae		28			28
	Drosophilidae		82			82
	Empididae			1		1
	Indeterminado	5	1	1		7
	Lauxaniidae		126			126
	Muscidae	4	48			52
	Mycetophilidae		139			139
	Phoridae		729			729
	Piophilidae		85			85
	Pipunculidae		1			1
	Psychodidae	1	8			9
	Sarcophagidae		2185			2185
	Sciaridae	24	43			67
	Simuliidae		9			9
	Syrphidae	21	51			72
	Tabanidae		1			1
	Tachinidae		658			658
	Tephritidae	1	33			34
	Therevidae		3			3
	Tipulidae	9	27			36
	Xylophagidae cf		56			56
Embiidina				3		3
	Anisembiidae			3		3

	Familia	Bromelia	Follaje	Musgo	Tronco	Total general
Hemiptera		14	56	6	1	77
	Cicadellidae		5			5
	Cicadidae		1		1	2
	Coreidae		18			18
	Enicocephalidae	1	1			2
	Indeterminado			3		3
	Lygaeidae	4	6	3		13
	Miridae	1	20			21
	Pentatomidae		3			3
	Pseudococcidae	8	2			10
Hymenoptera		2	381	9		392
	Apidae		19			19
	Bethylidae		5			5
	Ceraphronidae	1	13	8		22
	Diapriidae		2			2
	Encyrtidae		1			1
	Eulophidae		3			3
	Eupelmidae		3			3
	Figitidae		23			23
	Halictidae		163			163
	Ichneumonidae		72	1		73
	Indeterminado	1				1
	Proctotrupidae		1			1
	Pteromalidae		3			3
	Scelionidae		9			9
	Tenthredinidae		2			2
	Vespidae		62			62
Isopoda		4				4
	Armadillidae	4				4
Lepidoptera		6	391	2		399
	Arctiidae		4			4
	Ctenuchidae		3			3
	Gelechiidae		33	1		34
	Indeterminado	1	150	1		152
	Noctuidae	5	175			180
	Nymphalidae		12			12
	Pyralidae		11			11
	Sphingidae		3			3
Neuroptera			14			14
	Chrysopidae		2			2
	Hemerobiidae		12			12
Opiliones		56			1	57
	Stygnommatidae	56			1	57

	Familia	Bromelia	Follaje	Musgo	Tronco	Total general
Orthoptera		1	4			5
	Eumastacidae		3			3
	Gryllidae	1	1			2
Pseudoscorpionida		3		8		11
	Chernetidae	3		8		11
Psocoptera		1	36	2		39
	Lachesillidae		1			1
	Pseudocaecillidae		4	1		5
	Psocidae	1	31	1		33
Scolopendromorpha		2				2
	Cryptopidae	2				2
Spirobolida		14		1		15
	Spirobolidae	14		1		15
Thysanoptera			2	8		10
	Phlaeothripidae		1	1		2
	Thripidae		1	7		8
Persea mutisii		633	6444	695	34	7806
Acari		13	17	470		500
	Bdellidae		3	17		20
	Caeculidae	1		33		34
	Galumnidae			11		11
	Indeterminado		13	30		43
	Oribatulidae	12	1	379		392
Aranae		109	63	15	3	190
	Anyphaenidae	6	12			18
	Indeterminado	99	51	15	3	168
	Linyphiidae	3				3
	Theridiidae	1				1
Blattaria		57	13	6		76
	Blattellidae	57	13	6		76
Colembolla		15	15	94		124
	Entomobryidae	14	14	30		58
	Hypogastruridae	1	1	58		60
	Sminthuridae			6		6
Coleoptera		45	375	51	28	499
	Cantharidae	1	4	4		9
	Carabidae	17	9	2		28
	Cerambycidae		5			5
	Chrysomelidae	2	43	10		55
	Cleridae	3	73	21	6	103
	Cucujidae		3			3
	Curculionidae	10	16	6	11	43
	Elateridae		1	1		2

	Familia	Bromelia	Follaje	Musgo	Tronco	Total general
	Indeterminado		3	1		4
	Lagriidae	1	1			2
	Latridiidae	1	44	1		46
	Nitidulidae		35			35
	Oedemeridae		12	2	1	15
	Phengodidae	1	1			2
	Pselaphidae	1				1
	Ptilodactylidae		1			1
	Scarabaeidae		11			11
	Scolytidae	1	82	1	8	92
	Staphylinidae	7	26		2	35
	Tenebrionidae		5	2		7
Dermaptera		14	1			15
	Labiduridae	14	1			15
Diptera		254	5113	7		5374
	Anisopodidae	6	235	1		242
	Anthomyiidae		880			880
	Bibionidae	6	54	1		61
	Calliphoridae		121			121
	Ceratopogonidae	1	60	2		63
	Chironomidae	200	17			217
	Culicidae	2	2			4
	Drosophilidae		40			40
	Empididae		6			6
	Indeterminado	2	2			4
	Lauxaniidae		361			361
	Muscidae	2	21			23
	Mycetophilidae	2	86			88
	Otitidae		2			2
	Phoridae		679	2		681
	Piophilidae		102			102
	Pipunculidae		1			1
	Psychodidae		11			11
	Sarcophagidae		1716			1716
	Sciaridae	8	62			70
	Syrphidae	18	19			37
	Tabanidae		1			1
	Tachinidae		536			536
	Tephritidae		20	1		21
	Tipulidae	7	10			17
	Xylophagidae cf		69			69
Embiidina					1	1
	Anisembiidae				1	1

	Familia	Bromelia	Follaje	Musgo	Tronco	Total general
Hemiptera		27	54	8	1	90
	Cercopidae		1			1
	Cicadellidae		7			7
	Cicadidae		1			1
	Coreidae	5	14	2	1	22
	Enicocephalidae	7				7
	Indeterminado	1				1
	Lygaeidae	2	3	3		8
	Membracidae		4			4
	Miridae	1	12	2		15
	Pentatomidae		4			4
	Ploiariidae	1				1
	Pseudococcidae	10		1		11
	Psyllidae		8			8
Hymenoptera		5	427	2		434
	Apidae		15			15
	Bethylidae		13			13
	Ceraphronidae	2	7	1		10
	Diapriidae		10	1		11
	Encyrtidae		2			2
	Eupelmidae		1			1
	Figitidae		3			3
	Formicidae		3			3
	Halictidae		241			241
	Ichneumonidae	3	86			89
	Pteromalidae		2			2
	Scelionidae		1			1
	Vespidae		43			43
Isopoda		2				2
	Armadillidae	2				2
Lepidoptera		3	340	1		344
	Arctiidae		6			6
	Ctenuchidae		1			1
	Indeterminado	2	212	1		215
	Noctuidae		110			110
	Nymphalidae	1	8			9
	Pyralidae		3			3
Neuroptera			10	2		12
	Coniopterygidae		1	2		3
	Hemerobiidae		9			9
Opiliones		51				51
	Stygnummatidae	51				51
Orthoptera			1			1

	Familia	Bromelia	Follaje	Musgo	Tronco	Total general
Pseudoscorpionida	Gryllidae		1			1
		6		25	1	32
	Chernetidae	6		24	1	31
Psocoptera	Chernetidae cf			1		1
		2	15			17
	Indeterminado		1			1
Scolopendromorpha	Psocidae	2	14			16
		3		1		4
Spirobolida	Cryptopidae	3		1		4
		27				27
Thysanoptera	Spirobolidae	27				27
				13		13
	Thripidae			13		13
Podocarpus oleifolius		418	8658	600	22	9698
Acari		10	33	350		393
	Anystidae		6	6		12
	Bdellidae	2	1	24		27
	Caeculidae		5	40		45
	Galumnidae		2	27		29
	Indeterminado	7	18	61		86
	Megeremaeidae cf		1	1		2
	Oribatulidae	1		191		192
Aranae		185	86	36		307
	Anyphaenidae	80	23			103
	Caponiidae	1				1
	Hahniidae	2				2
	Indeterminado	89	57	36		182
	Linyphiidae	4	2			6
	Pholcidae	3				3
	Salticidae	3	3			6
	Theridiidae	3	1			4
Blattaria		32	4			36
	Blattellidae	32	4			36
Colembolla		23	9	115	7	154
	Entomobryidae	22	5	47	2	76
	Hypogastruridae	1		29	5	35
	Indeterminado			1		1
	Isotomidae		3	6		9
	Neanuridae			31		31
	Paronellidae		1			1
	Sminthuridae			1		1
		20	317	33	13	383
Coleoptera			11			11
	Anobiidae		11			11

	Familia	Bromelia	Follaje	Musgo	Tronco	Total general
	Cantharidae			2		2
	Carabidae	9	14	2		25
	Cerambycidae		2			2
	Chrysomelidae	2	25	4		31
	Cleridae		148	7	3	158
	Cleridae cf	1	1		1	3
	Coccinellidae		1			1
	Corylophidae		2			2
	Cucujidae		6			6
	Curculionidae	1	8	12	5	26
	Elateridae		1			1
	Endomychidae		1			1
	Indeterminado	1	2	1	1	5
	Lagriidae		1			1
	Latridiidae		3			3
	Leiodidae		2			2
	Leiodidae cf		1			1
	Nitidulidae		2			2
	Oedemeridae		34	2	2	38
	Rhizophagidae		2			2
	Scarabaeidae	1	10			11
	Scolytidae	2	20			22
	Scydmaenidae		1			1
	Staphylinidae	3	17	3	1	24
	Tenebrionidae		2			2
Dermaptera		2	2			4
	Forficulidae	2	2			4
Diptera		78	7432	25	1	7536
	Anisopodidae	4	196			200
	Anthomyiidae		1069			1069
	Asilidae		2			2
	Bibionidae	1	10			11
	Calliphoridae		235			235
	Ceratopogonidae		21	5		26
	Chironomidae	54	73	4		131
	Chloropidae		1			1
	Culicidae	4	43	1		48
	Dolichopodidae			1		1
	Drosophilidae		33	1		34
	Empididae		5			5
	Indeterminado	3	2			5
	Lauxaniidae		217			217
	Lauxaniidae cf		3			3

	Familia	Bromelia	Follaje	Musgo	Tronco	Total general
	Muscidae	1	54			55
	Mycetophilidae		126			126
	Otitidae		53			53
	Phoridae		965	2		967
	Piophilidae		149			149
	Pipunculidae		2			2
	Psychodidae		2	10	1	13
	Sarcophagidae		3244			3244
	Sciaridae		10	1		11
	Simuliidae		5			5
	Syrphidae	8	28			36
	Tachinidae		716			716
	Tephritidae		44			44
	Tipulidae	3	50			53
	Xylophagidae cf		74			74
Embiidina				2		2
	Anisembiidae			1		1
	Indeterminado			1		1
Hemiptera		18	52	11		81
	Cicadellidae		13	1		14
	Cicadidae		1			1
	Coreidae	1	2			3
	Indeterminado		1			1
	Lygaeidae	1		1		2
	Miridae		3			3
	Pentatomidae	2	31	1		34
	Pseudococcidae	14	1	8		23
Hymenoptera		3	376	4	1	384
	Apidae		13			13
	Bethylidae		2			2
	Ceraphronidae		18	2		20
	Diapriidae		1			1
	Figitidae		26			26
	Halictidae		112			112
	Ichneumonidae	2	120			122
	Indeterminado		1		1	2
	Proctotrupidae	1	18			19
	Pteromalidae		1			1
	Scelionidae		2			2
	Torymidae		1			1
	Vespidae		61	2		63
Isopoda		1	2			3
	Armadillidae	1	2			3

	Familia	Bromelia	Follaje	Musgo	Tronco	Total general
Lepidoptera		4	282	6		292
	Ctenuchidae		4			4
	Gelechiidae		12	2		14
	Geometridae		1			1
	Indeterminado	4	108	3		115
	Noctuidae		146			146
	Nymphalidae		11			11
	Pyralidae			1		1
Neuroptera		1	13	2		16
	Coniopterygidae		2	2		4
	Hemerobiidae	1	11			12
Opiliones		7	2			9
	Cosmetidae		2			2
	Stygnommatidae	7				7
Polydesmida		2				2
	Paradoxosomatidae	2				2
Pseudoscorpionida		2	1	7		10
	Chernetidae	1	1	7		9
	Chernetidae cf	1				1
Psocoptera		10	43	1		54
	Elipsocidae	9	2	1		12
	Lachesillidae		3			3
	Pseudocaecillidae		32			32
	Psocidae	1	6			7
Scolopendromorpha		4				4
	Cryptopidae	4				4
Siphonaptera			1			1
	Ceratophyllidae		1			1
Spirobolida		15	1			16
	Spirobolidae	15	1			16
Thysanoptera		1	2	8		11
	Thripidae	1	2	8		11
Weinmannia mariquitae		393	6338	718	136	7585
Acari			19	420		439
	Bdellidae			18		18
	Caeculidae			32		32
	Galumnidae			5		5
	Indeterminado		19	41		60
	Oribatulidae			324		324
Aranae		95	61	34	1	191
	Anyphaenidae	66	14	6	1	87
	Indeterminado	16	41	19		76

	Familia	Bromelia	Follaje	Musgo	Tronco	Total general	
Blattaria	Linyphiidae	7				7	
	Pholcidae	1	1			2	
	Salticidae	2	2	7		11	
	Theridiidae	3	3	2		8	
		43	10	2		55	
Colembolla	Blattellidae	43	10	2		55	
		4	3	162	107	276	
Coleoptera	Entomobryidae	4	3	90	107	204	
	Hypogastruridae			69		69	
	Sminthuridae			3		3	
		46	291	32	25	394	
	Anobiidae		1			1	
	Cantharidae	3	3	4		10	
	Carabidae	22	21	1		44	
	Cerambycidae		1			1	
	Chrysomelidae	2	12	5	2	21	
	Cleridae	1	6	7	5	19	
	Cucujidae		8	1		9	
	Curculionidae	2	1	10	9	22	
	Elateridae	2				2	
	Lagriidae		2			2	
	Latridiidae		127	1		128	
	Melyridae		1			1	
	Nitidulidae		26			26	
	Oedemeridae		10		7	17	
	Pselaphidae			1		1	
	Scarabaeidae		20		2	22	
	Scolytidae		36	1		37	
	Staphylinidae	13	16	1		30	
	Tenebrionidae	1				1	
		2	1	3		6	
	Labiduridae	2	1	3		6	
	Diptera		79	5138	33	1	5251
		Anisopodidae	2	221			223
		Anthomyiidae		458			458
Bibionidae			6			6	
Calliphoridae			100			100	
Ceratopogonidae			17			17	
Chironomidae		34	239	15	1	289	
Culicidae		2	10			12	
Drosophilidae			4			4	
Empididae			9			9	
Indeterminado		1	3			4	

	Familia	Bromelia	Follaje	Musgo	Tronco	Total general
	Lauxaniidae		284			284
	Muscidae	11	21			32
	Mycetophilidae		184			184
	Otitidae		1			1
	Phoridae		721			721
	Piophilidae		121	1		122
	Psychodidae	1	7	14		22
	Sarcophagidae		2063			2063
	Sciaridae	2	49	1		52
	Simuliidae		15			15
	Syrphidae	8	27			35
	Tachinidae	2	450			452
	Tephritidae		21			21
	Tipulidae	16	45	2		63
	Xylophagidae cf		62			62
Embiidina				2		2
	Anisembiidae			2		2
Hemiptera		20	71	9	1	101
	Cercopidae		2			2
	Cicadellidae		9			9
	Cicadidae		2			2
	Coreidae		4			4
	Enicocephalidae	16				16
	Indeterminado	1	1			2
	Lygaeidae	1	3	5		9
	Miridae		44			44
	Pentatomidae		1			1
	Pseudococcidae			4	1	5
	Psyllidae	2	5			7
Hymenoptera		2	309	6		317
	Apidae		20			20
	Bethylidae		3			3
	Braconidae		18			18
	Ceraphronidae	1	4	1		6
	Diapriidae		3			3
	Encyrtidae		3			3
	Eupelmidae		1			1
	Figitidae		1			1
	Formicidae		2	1		3
	Halictidae		95			95
	Ichneumonidae	1	87	3		91
	Indeterminado			1		1
	Proctotrupidae		1			1

	Familia	Bromelia	Follaje	Musgo	Tronco	Total general
Isopoda	Tenthredinidae		1			1
	Vespidae		70			70
		6				6
Lepidoptera	Armadillidae	6				6
		2	394	1		397
Neuroptera	Arctiidae		10			10
	Ctenuchidae		2			2
	Indeterminado	2	203	1		206
	Noctuidae		158			158
	Nymphalidae		8			8
	Pyralidae		13			13
			8			8
	Hemerobiidae		8			8
	Opiliones		64	1		65
		Stygnommatidae	64	1		
Orthoptera		1	1		2	
Pseudoscorpionida	Gryllidae	1	1			2
		2		3	1	6
Psocoptera	Chernetidae	2		3	1	6
		10	29	3		42
	Elipsocidae	7				7
Scolopendromorpha	Lachesillidae		8	3		11
	Pseudocaecillidae		1			1
	Psocidae	3	20			23
		8	1			9
	Cryptopidae	8	1			9
Spirobolida		9	1		10	
Thysanoptera	Spirobolidae	9	1			10
				8		8
	Thripidae			8		8
Total general		2362	35354	4298	229	42243